

PLAN DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE LICENCIATURA EN SANEAMIENTO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL: EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN DE SUELOS DEBIDO A LA ACTIVIDAD HIDROCARBURÍFERA

M. E. Parolo^a, M. Herrera Desmit^b, M. Novelli^b y M. Savini^a

^aDepartamento de Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue. (8300) Neuquén. ^bDirección Provincial de Medio Ambiente. (8300) Neuquén. msavini@uncoma.edu.ar

Resumen

En la currícula de la carrera de Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental perteneciente a la Escuela Superior de Salud y Ambiente de la Universidad Nacional del Comahue se contempla la realización de un trabajo de Tesis de un año de duración. Dicha Tesis tiene como objetivo la integración de los conocimientos adquiridos en las distintas áreas que conforman la carrera, aplicándolos al tratamiento de una problemática regional.

En las últimas décadas la actividad humana ha sido responsable de diversos cambios adversos en el medio ambiente. En la región del alto Valle de Río Negro y Neuquén la actividad hidrocarburífera ha producido y produce alteraciones en el suelo inherentes a ella, tanto en forma accidental, como por malas prácticas operativas desarrolladas en el pasado. En consecuencia se afectan las propiedades físicas y fisicoquímicas del suelo produciéndose una degradación del mismo.

La propuesta de trabajo tiene como objetivo principal evaluar, en forma preliminar, la alteración de las propiedades fisicoquímicas de suelos que han sido afectados como consecuencia de la explotación hidrocarburífera.

El plan de trabajo contempla el relevamiento bibliográfico acerca del tema de investigación; el diseño y toma de muestras en sitios “blancos” y afectados; la determinación cuantitativa de hidrocarburos totales de petróleo (HTP's) y parámetros fisicoquímicos del suelo. En todos los casos se realizará el análisis estadístico de los datos.

El presente trabajo representará un aporte al conocimiento del grado de afectación de sitios de la región donde se desarrolla la actividad hidrocarburífera y a partir de ello proponer medidas correctivas para su saneamiento.

Palabras clave: hidrocarburos totales, contaminación de suelos, impacto de la actividad hidrocarburífera, tesis de grado.

Abstract

In the curriculum of the Environmental Cleaning up and Protection Degree from the Environment and Health School of the Comahue National University, a Thesis Project is required in order to integrate the acquired knowledge from the different areas that constitute such degree. The objective is to apply this knowledge to regional concrete situation.

The anthropogenic activities during the last decades have caused a negative impact on the environment. In the Neuquen and Rio Negro High Valley Region, the oil industry has produced changes in the soil not only accidentally but also neglectfully. Therefore, the physical and physicochemical properties of the soil are affected, degrading itself.

The main purpose of this paper is to preliminary asses the alteration of the physicochemical properties of the affected soil by the hydrocarbon industry.

Keywords: total hydrocarbons, soil contamination, oil industry impact, degree thesis

Resumen

En la currícula de la carrera de Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental perteneciente a la Escuela Superior de Salud y Ambiente de la Universidad Nacional del Comahue se contempla la realización de un trabajo de Tesis cuyo objetivo es la integración de los conocimientos adquiridos en las distintas áreas que conforman la carrera, aplicándolos al tratamiento de una problemática regional.

En las últimas décadas la actividad humana ha sido responsable de diversos cambios adversos en el medio ambiente. En la región del alto Valle de Río Negro y Neuquén la actividad Hidrocarburífera ha producido y produce alteraciones en el suelo inherentes a ella, tanto en forma accidental, como por malas prácticas operativas desarrolladas en el pasado. En consecuencia se afectan las propiedades físicas y fisicoquímicas del suelo produciéndose una degradación del mismo.

La propuesta de trabajo tiene como objetivo principal evaluar, en forma preliminar, la alteración de las propiedades fisicoquímicas de suelos que han sido afectados como consecuencia de la explotación hidrocarburífera.

Introducción

En la currícula de la carrera de Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental perteneciente a la Escuela Superior de Salud y Ambiente de la Universidad Nacional del Comahue se contempla la realización de un trabajo de Tesis. Dicha Tesis tiene como objetivo la integración de los conocimientos adquiridos en las distintas áreas que conforman la carrera, aplicándolos al tratamiento de una problemática regional.

En las últimas décadas la actividad humana ha sido responsable de diversos cambios adversos en el medio ambiente. En la región del alto Valle de Río Negro y Neuquén la Explotación Hidrocarburífera junto a la Fruticultura son las principales actividades económicas. La actividad hidrocarburífera ha producido y produce alteraciones en el suelo inherentes a ella, tanto en forma accidental, como por malas prácticas operativas desarrolladas en el pasado. En consecuencia, se afectan las propiedades físicas y fisicoquímicas del suelo produciéndose una degradación del mismo.

El suelo y subsuelo constituyen un recurso natural difícilmente renovable integrados al escenario donde ocurren los ciclos biogeoquímicos, hidrológicos y las redes tróficas, además de ser el espacio donde se realizan las actividades agrícolas, ganaderas y soporte de la vegetación. Por otra parte desempeñan funciones entre la que destacan su papel como medio filtrante durante la recarga del manto acuífero. La contaminación por hidrocarburos en suelos conlleva a la alteración de sus propiedades fisicoquímicas (López, 2001, 9). Se han determinado incrementos en materia orgánica, alteraciones en el pH (Plice, 1948, 413), cambios en las propiedades mecánicas del suelo (Evgin, 1989, 715) como así también mayor actividad microbológica en suelos impregnados con hidrocarburos (Dobson, 1964, 536).

Los riesgos que una alteración grave de la calidad del suelo puede suponer para la salud pública, los ecosistemas, la productividad de las explotaciones y la integridad de edificaciones e infraestructuras, alcanzan en ocasiones una magnitud tal que constituyen razón suficiente para restringir los usos actuales y futuros del terreno.

Por lo expuesto, se propone abordar estudios que permitan evaluar preliminarmente el estado actual de contaminación de suelos que han sido afectados por la actividad hidrocarburífera, con el objetivo de aportar información que permita generar una base de datos referidas al tema que pueda ser ampliada y consultada periódicamente.

Objetivos de la propuesta

- Integrar los conocimientos de las distintas áreas que conforman la carrera de Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental, aplicándolos al tratamiento de una problemática regional.
- Participar en todas las etapas inherentes a un trabajo científico.
- Evaluar preliminarmente el impacto ambiental en factores del suelo que hallan sido afectados por derrames de hidrocarburos, como consecuencia de las actividades de explotación de los mismos.

Antecedentes

El desarrollo petrolero y el crecimiento de la industria petroquímica han requerido de la utilización intensiva de los combustibles fósiles para cubrir las necesidades de una sociedad más consumista, en artículos indispensables en la industria, hogar, comercio y personal que ha llevado, a lo largo del tiempo, a una fuerte degradación del ambiente. Históricamente, en la extracción del petróleo no se consideraba el bienestar del ambiente, lo que ha contribuido a la degradación del aire, agua y suelo.

En la Argentina existen cinco cuencas hidrocarburíferas, siendo la cuenca neuquina la más importante de ellas. Dicha cuenca abarca una superficie de 124.000 km², que ocupa parte de las provincias de Río Negro y La Pampa, sur de Mendoza y la casi totalidad del territorio de la provincia de Neuquén. La superficie afectada por la actividad extractiva es de unos 26.000 km² y la exploración de 35.000 km² (Herrera Desmit, 2002). Neuquén posee nueve áreas hidrocarburíferas propias, diseminadas en una superficie total de aproximadamente 3.500 km².

Hasta 1992 en la Argentina, los derrames de hidrocarburos no tenían la importancia que actualmente tienen, razón por cual en la actualidad existen áreas altamente impactadas por prácticas nocivas para el medio ambiente denominadas "Pasivos ambientales". Hasta esta fecha la exploración y explotación se realizaba de acuerdo a las prácticas de extracción sin contemplar el cuidado del medio ambiente. Actualmente, en orden de ocurrencia las causas principales de derrames en la región son las siguientes:

- Roturas de líneas de conducción (pinchaduras, fractura completa o parcial, actos de sabotaje)
- Pérdida en las empaquetaduras de los pozos.
- Roturas en oleoductos, acueductos, poliductos de interconexión.
- Pérdidas en los tanques de almacenamiento.
- Derrames en baterías.

La actual ley provincial de medio ambiente 1875 t.o. 2267, decreto reglamentario 2656/99, en su Anexo XII ; regula la actividad hidrocarburífera y su relación con el medio ambiente. Desde la aparición de esta ley (1998) se logró solucionar uno de los mayores problemas con los que se encontraba la provincia, que era hacer frente a los controles de toda la actividad hidrocarburífera, sin embargo aun existen zonas impactadas por la actividad cuyo efecto en el ambiente no ha sido evaluado. Asimismo, la inexistencia de una base de datos que unifique la información existente respecto al tema, hace difícil relacionar las distintas variables y factores implicados en la afectación de suelos por hidrocarburos.

Hipótesis

- La actividad hidrocarburífera altera las propiedades físicas y fisicoquímicas del suelo.
- Las prácticas de remediación llevadas a cabo en suelos contaminados determinan el grado de recuperación de los mismos.

Materiales y métodos

Materiales : Tetracloruro de carbono proanálisis y para espectroscopía IR, Acetona, Sílica gel 100-200 mesh, Sulfato de sodio anhidro, Standard de Referencia BUCK Scientific Inc. (isooctano, hexadecano y clorobenceno), Papel de filtro, Whatman n°40.

Instrumental: Conductímetro Lutron Modelo CD- 4303, Espectrofotómetro IR Buck 500, con sus respectivas celdas de cuarzo de 10 y 100 mm, Sonnicador Branson 5210, Agitador magnético, Agitador mecánico, Estufa de secado, Densímetro, potenciómetro BECKMAN.

Metodología: La selección de sitios de estudios se realizará teniendo en cuenta la ubicación y la historia de los mismos. Se contemplará el estudio de sitios próximos al egido urbano, sobre los cuales se han realizado distintas prácticas de remediación y su comparación con sitios no afectados. Se prevee un diseño de muestreo completamente aleatorizado. La técnica que se utilizará para la extracción de hidrocarburos totales de petróleo es la recomendada en la Norma 3540C de la EPA. La cuantificación se llevará a cabo por espectroscopía IR de acuerdo al método 418.1 de la EPA.

La extracción se realizará en equipo soxhlet utilizando CCl_4 como solvente de extracción, el extracto será tratado con sílica gel para la eliminación de interferencias. La absorbancia de los extractos y de los estándares serán leídas en la región cercana a los 2930cm^{-1} . La cuantificación se llevará a cabo a través del uso de curvas de calibración. Los resultados se informarán en mg HC/1000 g suelo seco y serán analizados estadísticamente. Las determinaciones se realizarán por duplicado.

La determinación de humedad se realizará por secado en estufa a $110\text{ }^\circ\text{C}$ hasta peso constante; se medirá el pH de la pasta sólido:líquido (1:2,5); se cuantificará la materia orgánica mediante el método Walkley y Black; la textura se determinará por el Método de Bouyoucos y la conductividad, expresada en mmhos/cm, se medirá sobre el extracto de saturación utilizando conductímetro.

Actividades propuestas

- Relevamiento bibliográfico general del tema de investigación.
- Diseño de muestreo y toma de muestras.
- Puesta a punto del método de determinación de hidrocarburos en suelo.
- Cuantificación de hidrocarburos totales en muestras de suelo.
- Análisis Fisicoquímicos de suelo.
- Discusión de los resultados.
- Elaboración del informe.

Cronograma Tentativo de Actividades

Actividad Nº	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x		
2			x	x								
3				x								
4					X	x	x	x	x	x		
5					X	x	x	x	x	x		
6										x	x	x
7											x	x

Resultados y discusión

A fin de determinar el grado de afectación de suelos impactados, se tratará de encontrar una relación entre el contenido de hidrocarburos totales de petróleo y los parámetros fisicoquímicos del suelo. Se realizará un estudio comparativo de dichos parámetros con los correspondientes a sitios que no han sido afectados. En base a los resultados obtenidos se podrá concluir acerca de la eficiencia de las prácticas de remediación llevadas a cabo en los sitios estudiados.

Bibliografía

- Dobson, L.; Wilson, H.A. Respiration Studies on Soil Treated with some hydrocarbons. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21, 536-539, 1964.
- Evgin, E.; Amor, F. & Altaee, A. Effects of an oil spill on soil properties. Eighth International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering. The Hague, the Netherlands, 715-720. 1989.
- Herrera Desmit, M., Vassallo, J.; Material de estudio “*Seminario Actividad Hidrocarburífera y Medio Ambiente*”. Escuela Superior de Salud y Ambiente, Universidad Nacional del Comahue. Neuquén, Argentina. 2002.
- Martínez, V.; López, F. “Efecto de Hidrocarburos en las Propiedades Físicas y Químicas de Suelos Arcillosos” *Terra*, 19 (1), 9-17. 2001
- Plice, M.J. Some Effects of Crude Petroleum on Soil Fertility. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 14, 413-416. 1948.

CROMATOGRAFÍA APLICADA A LA DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN MANZANA

Ruth Miriam Loewy

Laboratorio de Cromatografía, Departamento de Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. (8300) Neuquén, Argentina, mloewy@uncoma.edu.ar

Resumen

Se plantea una práctica de laboratorio dirigida a los alumnos de la carrera de Profesorado en Química, a desarrollarse en la materia Química Analítica II. En la unidad Cromatografía se propone abordar un tema de carácter regional, el control de calidad de residuos en fruta, y de interés general: La determinación de residuos de plaguicidas en manzana.

El objetivo general del trabajo práctico es averiguar si la manzana con cáscara reúne una mayor proporción de residuos de plaguicidas que la pulpa propiamente dicha, introduciendo a los alumnos en una metodología analítica instrumental. Como objetivos específicos se propone que los alumnos conozcan diversos procedimientos aplicables a la determinación de residuos tales como la extracción con solvente orgánico, concentración bajo corriente de Nitrógeno, cromatografía de exclusión molecular e interpretación de cromatogramas.

El método consiste en la extracción de los plaguicidas con Acetato de Etilo, la limpieza a través de una cromatografía de permeación en geles (GPC), la determinación cualitativa (tiempos de retención) y cuantitativa (curvas de calibración) por cromatografía gaseosa.

La manzana se analiza con cáscara (Grupo I), sin cáscara (Grupo II), fortificada con una mezcla de plaguicidas (Grupo III) y blanco (Grupo IV). El número de alumnos debe ser tal que permita por lo menos tres repeticiones en cada grupo, aunque no se plantea como una práctica a realizar con grupos numerosos. Los grupos I y II trabajan con manzanas de cosecha reciente, los grupos III y IV con manzanas de frigorífico.

La elaboración de resultados incluye el uso de herramientas estadísticas: cálculo de recuperación de los plaguicidas en la muestra (G3), cálculo de la precisión de los resultados (G1, G2, G3·), pruebas de significación entre los grupos 1, 2 y 4. Finalmente se establece, si es posible, una conclusión acerca de si tiene sentido eliminar la cáscara antes de consumir la manzana para disminuir la ingesta de residuos tóxicos.

El trabajo permite el planteo de una hipótesis: *la manzana con cáscara podría retener la mayor concentración de residuos de plaguicida*, motiva la interpretación de resultados: *los resultados obtenidos son consecuentes con las prácticas agroindustriales aplicadas?*, *¿los valores positivos encontrados están por debajo de los límites permitidos?* y promueve a la presentación integrada del trabajo desarrollado: *informe final con interpretación y discusión de los resultados*.

El enfoque original esta dado por la propuesta de un práctico de laboratorio diseñado para evaluar el nivel de residuos en un alimento en dos condiciones diferentes, integrado por todas las etapas del análisis y con la posibilidad de una evaluación estadística final conducente a un resultado de aplicación práctica.

Abstract

Nowadays, pesticides are inevitable for producing sufficient food for the continuously growing population of the world. The exposure of consumers to pesticide residues of high acute toxicity has raised concern during the recent years. The Alto Valle of Rio Negro and Neuquen is an area of intensive agricultural production. Mainly pears and apples are produced for exportation and internal market. Controls of pesticide residue level in fruit are performed routinely.

Now it is a common practice throughout the world to assign students research projects that have an industrial approach. By means of this experiment, under limited conditions, we expect to get students involved with a real and local problem and introduce chromatographic topics as well as analytical methodology applied to residue analysis.

A laboratory practice is proposed for the determination of pesticide residues in apple samples with and without peel, by the use of chromatographic techniques. A multiresidue method for the determination of organophosphate pesticides is performed, including extraction by an organic solvent, concentration under N₂ stream, clean up by gel permeation chromatography and, finally, identification and quantification by gas chromatography. Students are asked to assess and discuss the results obtained.

Keywords: organophosphate pesticide residues, apple samples, chromatographic techniques.

Introducción

En la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, la actividad agroindustrial es una de las de mayor relevancia económica y comprende la producción frutícola y la elaboración industrial correspondiente, a través de galpones de empaque y fábricas de jugo. Parte de la fruta cosechada se exporta a diferentes países mientras que otra proporción es consumida por el mercado interno. La fruta de exportación es rigurosamente controlada respecto de su contenido en residuos de plaguicidas a los efectos de evitar el rechazo de partidas por parte de los importadores. El control de calidad es, en consecuencia, una operación analítica de gran importancia regional.

Por otra parte el conjunto de los consumidores, en general, manifiesta un interés creciente por conocer el nivel de residuos que contienen los alimentos que ingiere. Un estudio realizado sobre 27000 muestras entre 1994 y 1997 por la U.S. Department of Agriculture's Pesticide Data Program (PDP) mostró que hasta 37 plaguicidas diferentes fueron detectados en manzana. Entre las recomendaciones del trabajo figura en primer lugar el lavado y pelado de las frutas frescas y vegetales como forma de reducir drásticamente la exposición a residuos. (Groth III E., Benbrook C., Lutz K., 1999). En Dinamarca se evaluó el efecto que varios tratamientos domésticos, como lavado, pelado, cocción, almacenamiento, producían sobre el nivel de residuos de plaguicida en manzana. El proceso de transformación en jugo y el pelado de la manzana redujeron significativamente todos los residuos de plaguicidas. Ningún efecto de reducción se observó con el simple lavado, mientras que el almacenamiento redujo significativamente algunos de los plaguicidas estudiados (Rasmussen R, Poulsen M, Hansen H., 2003)

Es una práctica común en el mundo dar intervención a los alumnos universitarios en proyectos de investigación con un perfil de aplicación industrial lo que les permite aplicar los conocimientos teóricos a situaciones reales. En este trabajo práctico se pretende, bajo condiciones acotadas, introducir esta modalidad como herramienta para el desarrollo de un Laboratorio en el marco del tema Cromatografía (Skoog, Holler, Nieman, 2001, 759), de la materia Química Analítica II de la carrera Profesorado en Química.

Hipótesis

Teniendo en cuenta que durante la producción de manzana se realizan sucesivas aplicaciones de plaguicidas, fundamentalmente insecticidas organofosforados, con el fin de controlar plagas y que los plaguicidas aplicados son de variadas familias y características fisicoquímicas, es esperable, aún respetándose el intervalo de seguridad, que algún residuo remanente pueda encontrarse en la manzana recién cosechada.

Objetivos

El objetivo general del trabajo práctico es analizar el contenido de residuos de plaguicida en manzana, introduciendo a los alumnos en una metodología analítica instrumental. Como objetivos específicos se pretende averiguar si la manzana con cáscara reúne una mayor proporción de residuos de plaguicidas que la pulpa propiamente dicha y se propone que los alumnos se familiaricen con diversos procedimientos inherentes a la determinación de residuos tales como la extracción con solvente orgánico, concentración bajo corriente de Nitrógeno, cromatografía de exclusión molecular, cromatografía gaseosa e interpretación de cromatogramas.

Diseño de la experiencia

Dado que se pretende comparar los niveles de residuos organofosforados entre manzanas con y sin cáscara y a su vez debe tenerse un control analítico constituido por la muestra fortificada y un valor testigo constituido por el blanco, se plantea el esquema de la tabla 1.

Tabla 1: Distribución de las muestras en los grupos o comisiones de trabajo.

Alumno	GRUPO 1 Manzana con cáscara	GRUPO 2 Manzana pelada	GRUPO 3 Manzana fortificada	GRUPO 4 Manzana blanco
1	MC11	MP21	MF31	MB41
2	MC12	MP22	MF32	MB42
3	MC13	MP23	MF33	MB43

Cada grupo se hace cargo de un tipo de muestra y dentro de cada grupo cada alumno representa una repetición. Los grupos 1 y 2 trabajan con manzana recientemente cosechada, los grupos 3 y 4 con manzana que ha sido almacenada en frigorífico.

Desarrollo experimental

Se adaptó el método recomendado por FAO/IAEA Training and Reference Centre for Food and Pesticide Control, 2000 (Los alumnos son advertidos del grado de peligrosidad de los reactivos utilizados y provistos de los elementos de seguridad. Así también se señala la modalidad recomendada para descartar los residuos obtenidos).

Preparación de la Muestra

Las muestras de manzana, luego de quitarles el pedúnculo, se cortan en trozos y se procesan hasta obtener una pasta homogénea. Se pesan 20 gramos en un vaso de precipitado de 250 mL.

Extracción

Se agregan 3,3 g de hidrógeno carbonato (IV) de sodio, 40 mL de acetato de etilo y 20g de sulfato (VI) de sodio. Se agita inmediatamente en Ultraturrax durante 2 minutos. Se tapa con papel de aluminio y se deja decantar 30 minutos. Se miden 20 mL del sobrenadante en un tubo cónico y se concentra, bajo corriente de nitrógeno hasta casi sequedad retomándose con 1 mL de Acetato de etilo-ciclohexano 1:1.

Cromatografía de Permeación en Geles

500 μ L de la muestra se siembran en la columna de GPC y se eluyen con la mezcla Acetato de etilo- ciclohexano 1:1. Se descartan los primeros 9 mL y se recogen los 20 mL subsiguientes. El extracto obtenido se concentra, bajo corriente de nitrógeno, hasta casi sequedad retomándose con 1 mL de Isooctano.

Cromatografía Gaseosa

Se elabora una secuencia de inyección en la que se incluyen los standards de plaguicidas y las muestras detalladas en la tabla 1. Se inyecta 1 µL de muestra en cada caso. Se analiza los cromatogramas obtenidos, elaborándose las correspondientes curvas de calibración para cada uno de los compuestos detectados. Las condiciones cromatográficas sugeridas para plaguicidas organofosforados son: detector NPD (350 °C), columna capilar no polar (tipo HP-1), gas portados N₂, modo splitless, temperatura de horno programada entre 70 y 240 °C. Tiempo total de corrida: aproximadamente 30 minutos.

Evaluación

- 1) Ensayo en Blanco (Grupo 4): Debe constatarse a través de estos resultados que las muestras de manzana almacenada en frigorífico no contiene residuos de plaguicidas y que ningún paso del análisis introduce una contaminación que pueda, cromatográficamente, confundirse con uno de los analitos de interés.
- 2) Ensayo de Recuperación (Grupo 3): Se calcula para cada analito sembrado el % de recuperación según la siguiente expresión:

$$\% \text{ Recuperación} = (C \text{ calculada} / C \text{ agregada}) \times 100.$$

Se calcula la media de recuperación y el desvío standard en cada caso (La evaluación positiva de los grupos 3 y 4 le otorga validez a los resultados obtenidos por los grupos 1 y 2.).

- 3) Resultados de la manzana con cáscara (Grupo 1) y manzana pelada (Grupo 2): A través de los tiempos de retención se identifican los picos detectados asignándolos, por comparación con los tiempos de retención de los standards, a alguno de los plaguicidas esperados. La cuantificación se lleva a cabo por el método de standard externo o standard interno, con la respectiva curva de calibración. Se calcula para cada analito la media de las concentraciones obtenidas y el desvío Standard correspondiente.
- 4) Se elabora una tabla mostrando los resultados obtenidos.
- 5) Se aplica el test de comparación de medias de Student para comprobar si los resultados obtenidos en los grupos 1 y 2 son significativamente diferentes entre si. Si apareciera alguna señal en el blanco (grupo 4), aplicar el test de significación para los grupos 1 y 2 con respecto al blanco (Miller y Miller, 1993).
- 6) Se induce a los alumnos a investigar si los plaguicidas hallados son de uso permitido/recomendado y si los valores encontrados se encuentran dentro de los límites permitidos, según la legislación nacional e internacional.

Conclusiones y discusión

Los resultados obtenidos permiten evaluar si la manzana con cáscara conlleva una mayor carga contaminante que aquella que ha sido previamente pelada. Asimismo puede compararse la carga contaminante de la manzana recién cosechada con respecto a aquella que ha sido almacenada en frigorífico. Se aplican para ello herramientas estadísticas. Los datos producidos se cotejan con las prácticas agrícolas recomendadas y con los límites permitidos para residuos de plaguicidas en manzana por la legislación nacional e internacional.

Los alumnos proceden a través de todas las etapas del análisis incorporando los detalles de una técnica laboriosa y con alto nivel de rigurosidad analítica. Abordan la etapa de extracción con solvente orgánico, incorporan el concepto de concentración del extracto, observan dos tipos de fenómenos cromatográficos: exclusión molecular y reparto, e interpretan los cromatogramas identificando y cuantificando los residuos detectados.

Finalmente debe destacarse la oportunidad que este trabajo brinda de vincular la tarea analítica con un objetivo productivo de importancia regional.

Bibliografía

Groth E III, Benbrook C, Lutz K, Do You Know What You're Eating? An Analysis Of U.S. Government Data On Pesticide Residues In Foods, Consumers Union of United States, Inc. Public Service Projects Department, Technical Division, 1999.

IAEA/FAO Training and Reference Centre for Food and Pesticide Control, Multiresidue methods for the gas chromatographic determination of pesticide residue, Vienna, Austria, 2000.

Miller y Miller, Estadística para Química Analítica, Addison-Wesley Iberoamericana, 1992.

Rasmussen R R, Poulsen M E, Hansen H C, Distribution of multiple pesticide residues in apple segments after home processing, Food Aditt. Contam, 20(11):1044-63, 2003.

Skoog, Holler, Nieman, Principios de Análisis Instrumental, España, Mc Graw Hill /Interamericana de España, 2001.

MODELADO DE CURVAS DE TITULACIÓN ÁCIDO-BASE, UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA INTERDISCIPLINAR EN QUÍMICA A NIVEL UNIVERSITARIO

Jaime Augusto Casas Mateus^a y Alfonso Clavijo Díaz^{a,b}

^a Pontificia Universidad Javeriana. ^b Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia; jacasas@javeriana.edu.co; alfonsoclavijo@yahoo.com dicein@unincca.edu.co

Resumen

En análisis químico, la forma de abordar una curva de titulación ácido-base ha sido tradicionalmente, la de estudiar “zonas” de la misma, con base en el conocimiento de los equilibrios concernientes y de sus parámetros asociados, tales como concentraciones y constantes de equilibrio de las especies involucradas.

Con base en el conocimiento de las expresiones de todos los equilibrios implicados durante el proceso de titulación y de los balances de especies y de electroneutralidad respectivos, se propone un modelo matemático que permite un estudio sistemático del fenómeno, fundamentado en la solución de sistemas de ecuaciones polinómicas de grado n con m variables, que son reducidas a una ecuación con una única variable (que para nuestro caso será la concentración de hidrogeniones $[H^+]$), cuya solución determina el pH teórico del sistema para un determinado volumen añadido de valorante. Así las cosas, con ayuda de una hoja de cálculo, y modificando a voluntad la cantidad de titulante, se puede efectuar una aproximación a la modelación matemática del proceso. Finalmente, con la ayuda de la Ecuación de Debye-Hückel y la Ecuación de Davies (Clavijo, 2002) se pueden lograr mejores aproximaciones al pH real obtenido experimentalmente. El modelo matemático resultante es validado y puesto a prueba contrastando sus predicciones con los resultados obtenidos experimentalmente al manipular la variable independiente (en este caso, el volumen añadido de valorante). Esta experiencia metodológica se ha constituido en un ambiente propicio para generar habilidades en el laboratorio y para propiciar conocimiento en procesos de modelado, así como para estudiar sistemas diversos (H_3PO_4 vs. NaOH, Na_3PO_4 vs. HCl, NH_3 vs. HCl; Serina clorhidrato vs. NaOH, etc.) como medio para lograr el aprendizaje significativo (Ausubel, 1983) de las interacciones ácido-base que ocurren durante un proceso de titulación a estudiantes universitarios de análisis químico.

Palabras clave: Modelación matemática, titulación ácido base, equilibrio, aprendizaje significativo.

MODELED OF ACID-BASE TIRATION CURVES, A DIDACTIC INTERDISCIPLINARY EXPERIENCE IN CHEMISTRY TO UNIVERSITY LEVEL

In chemistry analysis, the form to approach an acid-base titration it has been traditionally to study “zones” based in the knowledgement of the equilibriums and its associated parameters as concentrations and equilibrium constants of the involucrated species. It proposes a mathematic model that allows a systematic study of phenomena founded in the solution of polynomic ecuations system of n grade with m variables. These are reduced to an ecuation with only one variable (in our case will be the concentration of hydrogen ion (H^+)), this solution determines the theoric pH of the system for an added volume of valorant. So, with help of a spreadsheet and modifying the quantity of titulant, we could approximate to the mathematic modelation of the process. The mathematic model is validated and tested constrating its predictions with the results got experimentally to

manipulate the independent variable (in this case the added volumen of valorant). This methodological experience it has constituted in a good environment to generate abilities in the laboratory and to propitiate knowledgement in modeled process and too to study many systems to get the significative learning (Ausubel, 1983) of the interactions acid-base that occurs during a process of a titration to universitary students of chemistry analysis.

Keywords: mathematic modelation, acid-base titration, equilibrium, significative learning.

Introducción

En análisis químico, la forma de abordar una curva de titulación ácido-base ha sido tradicionalmente, la de estudiar “zonas” de la misma, con base en el conocimiento de los equilibrios concernientes y de sus parámetros asociados, tales como concentraciones y constantes de equilibrio de las especies involucradas.

Con base en el conocimiento de las expresiones de todos los equilibrios implicados durante el proceso de titulación y de los balances de especies y de electroneutralidad respectivos, se propone un modelo matemático que permite un estudio sistemático del fenómeno, fundamentado en la solución de sistemas de ecuaciones polinómicas de grado n con m variables, que son reducidas a una ecuación con una única variable (que para nuestro caso será la concentración de hidrogeniones $[H^+]$), cuya solución determina el pH teórico del sistema para un determinado volumen añadido de valorante. Así las cosas, con ayuda de una hoja de cálculo, y modificando a voluntad la cantidad de titulante, se puede efectuar una aproximación a la modelación matemática del proceso. Finalmente, con la ayuda de la Ecuación de Debye-Hückel y la Ecuación de Davies (CLAVIJO, 2002) se pueden lograr mejores aproximaciones al pH_a real obtenido experimentalmente.

Objetivo General

Plantear una propuesta interdisciplinar químico matemática para generar una aproximación al modelado de las curvas de titulación ácido base para propiciar aprendizaje significativo de conceptos básicos concernientes al proceso de neutralización.

Objetivos Específicos

Fomentar en los estudiantes el empleo de una hoja de cálculo como herramienta para facilitar la utilización y manejo de datos numerosos y cálculos complicados, de utilidad en potenciometría ácido base.

Propiciar el conocimiento sobre el comportamiento de especies ácido base, con base en el diseño de la curva teórica de titulación.

Contrastar en el laboratorio los resultados experimentales (COLL, C., GOMEZ-GRANELL, 1998) con las predicciones basadas en los diagramas de distribución de especies, y fundamentadas en los balances de especies y de electroneutralidad, así como en la utilización de los factores de actividad, en la determinación del pH en términos de actividad. (pH_a).

Antecedentes

Es practica rutinaria en análisis químico, diseñar una curva de titulación con base en los resultados experimentales, para posteriormente efectuar un análisis de las zonas obtenidas, en las que la forma y las pendientes en la curva son estudiadas en forma separada, con el objeto de resaltar y estudiar los parámetros y especies involucrados en cada región específica de la curva. Esta forma de intervención didáctica puede ser reforzada y consolidada desde una perspectiva químico matemática, en donde la titulación se puede abordar en forma sistemática desde el volumen cero de adición de valorante en adelante.

El empleo de una hoja de cálculo y su aplicación para determinar el pH para el cual se satisfacen todos los equilibrios en forma simultánea para un determinado y específico volumen de valorante se propone como una aproximación diferente a las usadas tradicionalmente, y posee la ventaja de emplear los balances de especies y de electroneutralidad y las ecuaciones que a partir de ellas se derivan, como una medida predictiva de los valores de pH y de la forma final de la curva de titulación.

En muchas ocasiones una perspectiva única (GAGNE, R. 1979) no permite que el estudiante se apropie de los conceptos en titulación; así las cosas esta visión de panorama puede favorecer el aprendizaje significativo de conceptos centrales en potenciometría ácido base, como lo son el número de puntos de inflexión, la forma y altura relativa de la curva de valoración, así como el efecto de fuerza iónica, y las diferencias entre el pH en términos de concentración y pH en términos de actividad, en forma tal que el estudiante entienda las diferencias entre la idealidad y la realidad de la práctica misma de laboratorio.

El análisis sistemático del equilibrio, así como el empleo de las hojas de cálculo ha sido implementado en algunos textos modernos de análisis químico (HARRIS D, 2001, 203) pero no así su combinación con los factores de actividad y con los métodos gráficos de solución de ecuaciones polinómicas de grado elevado en una variable, en el estudio de curvas de titulación ácido-base. Esta propuesta didáctica pretende mostrar una perspectiva más real e interdisciplinaria del fenómeno para consolidar una visión de vanguardia de la temática: neutralización ácido-base.

Hipótesis

Por medio del modelado matemático de la curva de titulación ácido base se favorece el aprendizaje significativo de los conceptos esenciales en neutralización.

Metodología y discusión

La metodología propuesta se desarrolló en dos sesiones de tres horas cada una; en una primera fase se estandariza el titulante frente a un patrón primario adecuado, y se determina la concentración aproximada del analito a partir de resultados obtenidos con los indicadores adecuados, y se desarrolla una titulación potenciométrica rápida para evidenciar los cambios bruscos de pH en proximidades al, o a los puntos, de equivalencia.

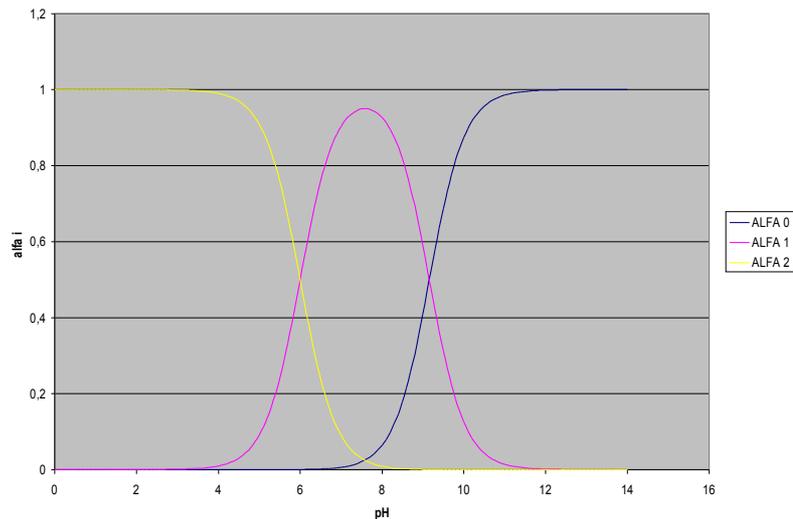
En una segunda sesión se efectúa la titulación potenciométrica propiamente dicha, con base en el ensayo realizado en la sesión anterior. Con los datos experimentales obtenidos se determinan los volúmenes exactos de punto(s) de equivalencia con base en el criterio de segunda derivada de pH (que es aproximadamente igual a $\frac{\Delta(\Delta pH / \Delta V)}{\Delta V}$) que se grafica contra el volumen de valorante añadido, y así mismo, la concentración analítica del analito seleccionado.

Por otra parte, con el objeto de efectuar el modelado se recurre a la escritura de los balances respectivos de especies y de electroneutralidad, y al diagrama de distribución de especies del electrolito a titular, en donde se escriben previamente las reacciones o equilibrios correspondientes y las constantes respectivas. Para cada sistema se determinan cuales son las moléculas, los cationes y los aniones. Finalmente se despeja toda especie del balance de electroneutralidad, con ayuda de las otras ecuaciones (de los equilibrios recién descritos) en términos de la concentración de protones ($[H^+]$). Acto seguido se recurre a una hoja de cálculo y se determina la $[H^+]$ y el pH respectivo que hace que $f_1([H^+])$ (el miembro izquierdo en la ecuación del balance de electroneutralidad en términos de $[H^+]$) coincida con $f_2([H^+])$ (el miembro derecho en la ecuación del balance de electroneutralidad en términos de $[H^+]$), esto para cada volumen de valorante añadido.

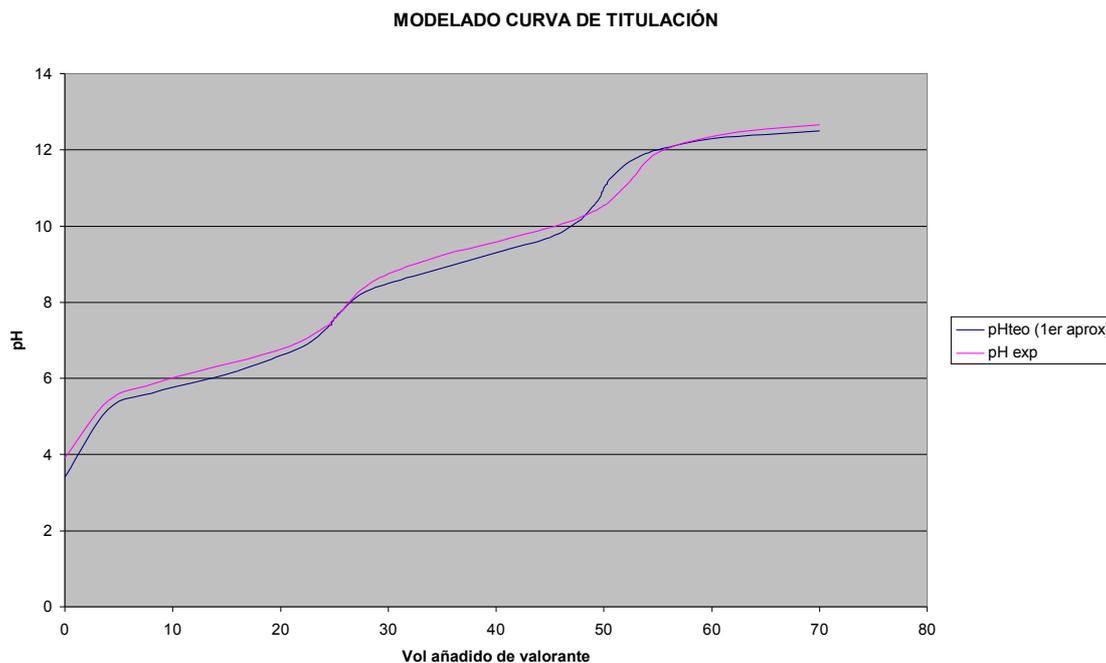
Se presenta a continuación, a modo de ejemplo, la valoración de 25,0 mL de clorhidrato de histidina (abreviado para simplificar (H₂Hist)(Cl)) 0,198 0 M (obtenido a partir de la gráfica de segunda derivada y de los cálculos respectivos) completando hasta 40,0 mL (hasta cubrir el electrodo combinado de pH) vs. NaOH 0,199 5 M.(obtenido por estandarización contra biftalato y contra ácido sulfámico).

Se muestran a continuación los respectivos resultados: el diagrama de distribución de especies, un recorte de la hoja de cálculo y la grafica del resultado del proceso de modelado (primer aproximación, sin tener en cuenta la fuerza iónica):

DIAGRAMA DE DIST. DE ESPECIES HISTIDINA Y PARES



Microsoft Excel - casasja2calculos																		
Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?																		
Escriba una pr																		
A1 fx pH																		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1	pH	f1	F.H.A.	ALFA 0	ALFA 1	ALFA 2	SUMA	f1	f2	fH2								
2	0	1	1.44544E-15	6.9183E-16	9.99999E-07	0.999999	1	1.172181773	0.045227273	1.1269545	base	vol	70					
3	0.1	0.794328225	9.12012E-14	1.09649E-15	1.25892E-06	0.999998741	1	0.966509396	0.045227273	0.921282723	Analito	Conc.inicial	0.199		Vol	teo	(er apr)	pH exp
4	0.2	0.630957344	5.75444E-14	1.73778E-15	1.58489E-06	0.999998416	1	0.803139091	0.045227273	0.75791818	CNaOH	0.1995		0	3.4	3.32		
5	0.3	0.50187234	3.63079E-14	2.75422E-15	1.99526E-06	0.999998005	1	0.673368962	0.045227273	0.62814689				4	5.2	5.42		
6	0.4	0.398107171	2.29087E-14	4.36515E-15	2.51188E-06	0.999997488	1	0.570288875	0.045227273	0.525061602				8	6.2	6.44		
7	0.5	0.316227766	1.44544E-14	6.91829E-15	3.16227E-06	0.999996938	1	0.498409441	0.045227273	0.4443182168				12	5.9	6.16		
8	0.6	0.251188643	9.12014E-13	1.09647E-14	3.98108E-06	0.999996019	1	0.423370281	0.045227273	0.378143009				16	6.2	6.44		
9	0.7	0.199526231	5.76443E-13	1.73779E-14	5.01185E-06	0.999994988	1	0.37107823	0.045227273	0.32848005				20	6.6	6.77		
10	0.8	0.158493919	3.63083E-13	2.75421E-14	6.30953E-06	0.999993969	1	0.330670852	0.045227273	0.285443579				22.5	6.9	7.06		
11	0.9	0.125892541	2.29089E-13	4.36512E-14	7.94322E-06	0.999992057	1	0.298074	0.045227273	0.252846727				24.2	7.3	7.36		
12	1	0.1	1.44544E-13	6.91824E-14	9.99999E-06	0.99999	1	0.272181366	0.045227273	0.226954093				24.5	7.4	7.41		
13	1.1	0.079432823	9.12022E-12	1.09646E-13	1.25891E-05	0.999987411	1	0.251614072	0.045227273	0.2063868				24.7	7.4	7.48		
14	1.2	0.063095734	5.75444E-12	1.73777E-13	1.58487E-05	0.999984161	1	0.235276836	0.045227273	0.190049663				24.8	7.5	7.50		
15	1.3	0.05018723	3.63083E-12	2.75417E-13	1.99522E-05	0.999980048	1	0.222299639	0.045227273	0.177072366				24.9	7.5	7.54		
16	1.4	0.039810717	2.29093E-12	4.36505E-13	2.51182E-05	0.999974882	1	0.211991399	0.045227273	0.167674128				25	7.6	7.56		
17	1.5	0.031622777	1.44544E-12	6.91809E-13	3.16218E-05	0.999969378	1	0.203803165	0.045227273	0.158575992				25.1	7.6	7.58		
18	1.6	0.025118864	9.12047E-11	1.09643E-12	3.98091E-05	0.999960191	1	0.197298882	0.045227273	0.152071609				25.2	7.6	7.61		
19	1.7	0.019952623	5.76449E-11	1.73777E-12	5.01162E-05	0.999949884	1	0.192132175	0.045227273	0.146904902				25.3	7.7	7.64		
20	1.8	0.015849332	3.63101E-11	2.75405E-12	6.30918E-05	0.999936908	1	0.188027897	0.045227273	0.142800624				25.4	7.7	7.67		
21	1.9	0.012589254	2.29105E-11	4.36481E-12	7.94265E-05	0.999920573	1	0.18476748	0.045227273	0.139540207				27.4	8.2	8.31		
22	2	0.01	1.44558E-11	6.91762E-12	9.999E-05	0.99990001	1	0.182177296	0.045227273	0.136950023				30	8.5	8.74		
23	2.1	0.007943282	9.12125E-11	1.09634E-11	0.00125877	0.999874123	1	0.18019407	0.045227273	0.134932135				35	8.9	9.23		
24	2.2	0.006309573	5.758313943	1.73753E-11	0.00158464	0.999841536	1	0.178494225	0.045227273	0.133256952				40	9.3	9.59		
25	2.3	0.005011872	3.631504938	2.75369E-11	0.00199486	0.999800514	1	0.177184668	0.045227273	0.131857396				45	9.7	9.97		
26	2.4	0.003981072	2.291443028	4.36406E-11	0.00251126	0.999749874	1	0.176151532	0.045227273	0.130924259				47.5	10.1	10.18		
27	2.5	0.003162278	1.445896899	6.91612E-11	0.00316128	0.999683872	1	0.175237998	0.045227273	0.130102526				48	10.2	10.26		
28	2.6	0.002511886	9.12373175	1.09604E-10	0.00397949	0.999602051	1	0.174675706	0.045227273	0.129448434				49.2	10.6	10.41		
29	2.7	0.001995262	5.757283406	1.73693E-10	0.00500936	0.999499064	1	0.174154425	0.045227273	0.128927152				49.5	10.7	10.47		
30	2.8	0.001584993	3.633071416	2.75249E-10	0.00630959	0.99936944	1	0.173738193	0.045227273	0.12851092				49.7	10.8	10.49		
31	2.9	0.001258925	2.292687355	4.36163E-10	0.00793698	0.999206302	1	0.173409847	0.045227273	0.128177574				49.8	10.9	10.50		
32	3	0.001	1.446895212	6.9114E-10	0.00999001	0.99900998	1	0.173136636	0.045227273	0.127909363				49.9	10.9	10.52		
33	3.1	0.000794328	9.13158994	1.09519E-09	0.01257343	0.998742656	1	0.17291928	0.045227273	0.127692007				50	11	10.54		
34	3.2	0.000630957	5.763519493	1.73505E-09	0.01582385	0.998417613	1	0.172741208	0.045227273	0.127519396				50.2	11.1	10.57		
35	3.3	0.000501187	3.638024917	2.74874E-09	0.01991289	0.998008708	1	0.172592945	0.045227273	0.127365672				50.3	11.1	10.59		
36	3.4	0.000398107	2.296822062	4.35422E-09	0.02509593	0.997494403	1	0.172466604	0.045227273	0.127239331				50.4	11.2	10.61		
37	3.5	0.000316228	1.450010663	6.9865E-09	0.03152309	0.996847684	1	0.172355475	0.045227273	0.127128202				52.4	11.7	11.17		
														55	12	11.93		



A continuación se efectúan los cálculos para los cuales es imprescindible determinar la fuerza iónica para cada volumen de valorante, (a partir de la $[H^+]$), para corregir los valores de pQ_{a1} y pQ_{a2} , que permitirían recalcular el pH (segunda aproximación), que no se muestra.

Conclusiones

Se observó que esta metodología es aplicable a cualquier sistema sea de ácidos bases o sales que pueden ser neutralizadas, y su estudio por potenciometría permitió generar aprendizaje significativo en los estudiantes con base en la complementariedad con los métodos tradicionales de abordaje de las curvas de titulación.

Se pudo evidenciar el hecho de que los estudiantes que poseían una mayor inclinación y habilidad relativa al manejo de la hoja de cálculo lograron resultados más profundos presentando hasta la segunda y tercera aproximación, lo que refuerza la pertinencia y viabilidad de la perspectiva sistemática del equilibrio iónico sobre soluciones acuosas en sinergia con el análisis matemático y los modelos gráficos de solución de ecuaciones polinómicas.

La modelación matemática se constituyó como una excusa válida para la apropiación y consolidación de conceptos relativos a neutralización y a curvas de titulación.

La perspectiva interdisciplinar químico matemática permite generar una visión de panorama en el estudiante de análisis químico que redundará en una mayor fundamentación y en la ampliación del espectro relativo a la variedad de sistemas posibles de trabajo. Es de anotar que muchos estudiantes que antes no comprendían las zonas de las curvas de titulación, después de conocer esta nueva metodología encontraron una manera de automotivarse y así poder profundizar en el estudio de sistemas aún más complejos.

A partir de la contrastación y de la consecución de mejores aproximaciones al pH en términos de actividades con el uso de la fuerza iónica, y las ecuaciones de Debye-Hückel y con la ecuación de Davies los estudiantes han podido constatar que es factible mediante modelación aproximarse al fenómeno real, aspecto que fue validado en el laboratorio por todos los grupos de estudiantes.

Una utilidad adicional que fue evidenciada por los estudiantes mismos radica en el hecho de que la modelación permite el ahorro de tiempo y de reactivos en el diseño y aplicación de ensayos innecesarios.

Fue muy evidente el cambio conceptual progresivo en el manejo y apropiación de conceptos (equilibrio, punto de equivalencia) antes y después de abordar la metodología propuesta, lo que demuestra que hubo aprendizaje altamente significativo.

Bibliografía

AUSUBEL, D. Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo. México: Trillas, 1981. 850 p.

CLAVIJO D. ALFONSO, Fundamentos de química analítica: Equilibrio iónico y análisis químico. Editorial Universidad Nacional de Colombia 2002.

COLL, C., GOMEZ-GRANELL, C. De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo. En: Aportes N. 42: Constructivismo y Didáctica. Santafé de Bogotá: Dimensión Educativa, 1998. 58 p.

GAGNE, R. Las condiciones del aprendizaje. 3ª ed. México: Interamericana, 1979. 760 p.

HARRIS DANIEL Exploring chemical analysis. Second edition U.S.A 2001, 607 p

LUCRO, A. R. El enfoque constructivista de la educación. En: Revista Educación y Cultura, FECODE. (Bogotá, 1994); pag 203, p. 612

MORENO, M., SASTRE, G. Aprendizaje y desarrollo intelectual. Barcelona: Gedisa, 1999. 183 p.

BUFFER REDOX, UNA APROXIMACIÓN DIDÁCTICA A SU CONCEPTO

Jaime Augusto Casas Mateus^a, Samuel David Vargas^b, Alex Castillo^b, Freddy Moreno^b, Carlos Lineros^c y Yolanda Ladino Ospina^b

^a Pontificia Universidad Javeriana. ^b Universidad Pedagógica Nacional. ^c Universidad Nacional. Bogotá, Colombia; jacasas@javeriana.edu.co

Resumen

En el presente trabajo se aplicó el concepto de buffer redox en la elaboración de una guía de trabajo en donde se estudian curvas de titulación de sistemas de oxidación-reducción para conocer y comprender el comportamiento de un par compatible, a partir del cual los estudiantes pueden diseñar una solución amortiguadora de potencial eléctrico en forma muy similar como se prepara un buffer de pH, asimismo, desde la práctica de laboratorio se logra un aprendizaje significativo de los estudiantes, puesto que a partir de una situación problema es posible realizar una transposición didáctica (Gallego, 1999) del concepto de buffer de pH sobre el concepto de buffer de potencial.

Para el desarrollo de esta temática, es importante trabajar desde las ideas previas de los estudiantes, en concepciones tales como: equilibrio químico, equilibrio ácido-base, dentro de esta última, los conceptos de ácido fuerte, base fuerte, ácido débil y base débil. A partir de esta información, el estudiante en su proceso, trabaja con la preparación y estudio de sistemas amortiguadores del pH. En el ámbito universitario, estas temáticas se trabajan en cursos de química general, química inorgánica y química analítica, de los cuales se ha observado que en el desarrollo de éstas, se maneja de una forma muy superficial, dando poco espacio al estudiante para desarrollar un aprendizaje significativo de estas durante su proceso.

Así, para la apropiación de dicho aprendizaje han de tenerse en cuenta elementos básicos como son:

- Potencial eléctrico deseado y conocimiento del sistema electroquímico
- Expresión de la ecuación de Nernst
- Concentración analítica del tampón y concentración parcial de las especies
- Reactivos necesarios para la fabricación del buffer

BUFFER REDOX: A DIDACTIC APPROXIMATION TO ITS CONCEPT

Abstract

In the study and preparation of tampon solutions, normally it has been related with the systems that resist the change of pH when adds quantities of acid or base to a solution. These are known as buffer acid-base solutions, besides of those, exist a particular type of solutions very unknown: electrical potential tampon solutions or buffer redox, these solutions present simultaneously a donator and a receptor of electrons when react with rusty or reductor reactives. In the present work, the concept buffer redox is applied in the manufacture of a work guide where are studied titration curves redox to know the behaviour of a compatible pair, from there the students can design an electrical potential tampon solution as the manufacture of a buffer of pH, in this way, in the laboratory practice we can get a significative learning of the students, because from a problem situation is possible to do a didactic transposition (Gallego, 1999) from the concept of buffer of pH about the concept to potential of buffer.

Keywords: Buffer, tampon solutions, buffer redox, electrical potential, rusty agent, reductor agent, didactic transposition.

Introducción

En el estudio y preparación de las soluciones amortiguadoras, normalmente se relaciona con los sistemas que resisten cambios en el pH cuando se adicionan cantidades de ácido o base fuerte a una solución, estas se conocen como soluciones buffer ácido-base, estas constan de una mezcla de un ácido débil y su base conjugada (CLAVIJO, 2002, 127), aparte de este tipo de soluciones, también se mencionan las soluciones amortiguadoras de fuerza iónica, las cuales mantienen constante está en un sistema, además existe un tipo particular de soluciones, que sin embargo muy poco se ha estudiado: las soluciones amortiguadoras de potencial eléctrico, conocidas también como buffer redox, estas soluciones presentan simultáneamente un donador y un receptor de electrones cuando reaccionan con reactivos oxidantes o reductores, respectivamente.

En el presente trabajo se aplicó el concepto de buffer redox en la elaboración de una guía de trabajo en donde se estudian curvas de titulación redox para conocer el comportamiento de un par compatible, a partir del cual los estudiantes pueden diseñar una solución amortiguadora de potencial eléctrico en forma muy similar a como se fabrica un buffer de pH, de esta manera, desde la práctica de laboratorio se logra un aprendizaje significativo de los estudiantes, puesto que a partir de una situación problema es posible realizar una transposición didáctica (GALLEGO, 1999, 54) del concepto de buffer de pH sobre el concepto de buffer de potencial.

Objetivo General

Diseñar una propuesta experimental que garantice en los estudiantes el aprendizaje significativo del concepto de buffer redox, a partir del estudio del concepto de buffer de pH.

Objetivos específicos

- Familiarizar al estudiante en la calibración y utilización de los diferentes equipos y dispositivos de análisis
- Preparar una solución que regule el potencial eléctrico, teniendo en cuenta la relación de las concentraciones de las formas reducida y oxidada de una especie.
- Afianzar el concepto de buffer redox, así como su aplicabilidad para la comprensión de otras concepciones químicas como las de pH

Desarrollo

La potenciometría es uno de los métodos electroquímicos de análisis mas utilizados, consiste en la medida de la FEM de una célula galvánica, a través de la cual la corriente que pasa es virtualmente cero, por lo que no tienen lugar cambios importantes en la concentración de las especies electroactivas.

Se propone trabajar con los estudiantes la aplicación de una guía didáctica, la cual ayudara, tanto a los estudiantes, a comprender las nociones relacionadas con la preparación de buffers de potencial eléctrico, y los conceptos que esta implica, como al docente, que en el desarrollo de los procesos orientados al aprendizaje de los estudiantes, es una herramienta útil, además para el trabajo con otras temáticas relacionadas, tales como la potenciometría, la electroquímica y la calibraron y manejo de instrumentos de análisis.

Para el trabajo con esta temática, se debe tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes, en concepciones tales como: equilibrio químico, equilibrio ácido-base, dentro de esta última, los conceptos de ácido fuerte, base fuerte, ácido débil y base débil. A partir de esta información, el estudiante en su proceso, trabaja con la preparación y estudio de soluciones amortiguadoras del pH. En el ámbito universitario, estas temáticas se trabajan en cursos de química general, química inorgánica y química analítica, de los cual se ha observado que en desarrollo de estas, se maneja de una forma muy superficial, dando poco espacio al estudiante para desarrollar un aprendizaje significativo de estas durante su proceso.

Hipótesis

Para realizar el trabajo anteriormente mencionado, se propone trabajar con los estudiantes de pregrado de los cursos de química general, química inorgánica y química analítica, la temática de buffer redox, a partir del estudio sistemático de las nociones básicas de electroquímica, potenciometría, equilibrio químico y clasificación de este, equilibrio ácido-base y preparación de soluciones amortiguadoras de pH, en esta última, es importante resaltar que en el desarrollo del proceso, se propone trabajar como punto de partida las ideas previas de los estudiantes.

Es importante resaltar que el docente encargado de desarrollar el proceso, deberá estar constantemente actualizándose en las temáticas anteriormente mencionadas, sin dejar de lado su trabajo en la didáctica de las ciencias, debe ser una actualización integral, tanto en lo disciplinar como en lo pedagógico-didáctico.

Parte experimental

Así, para la apropiación de dicho aprendizaje han de tenerse en cuenta elementos básicos como son:

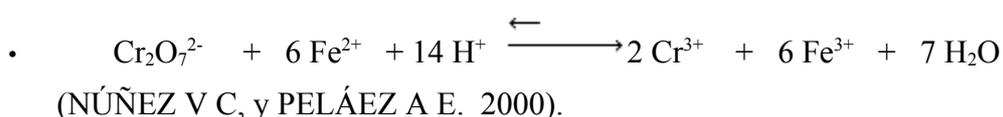
- Potencial eléctrico deseado y conocimiento del sistema electrodico (RUBINSON, J, 2000).
- Expresión de la ecuación de Nernst
- Concentración analítica del tampón y concentración parcial de las especies
- Reactivos necesarios para la fabricación del buffer

Se prepararon soluciones amortiguadoras de potencial eléctrico, utilizando el par $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$, para un potencial deseado de valor 388 mV vs ECS, se eligió este par dado que su valor formal en la literatura es de 610 mV (368 vs ECS) (en H_2SO_4 1 M + H_3PO_4 0,5 M).

Para calcular la relación de las formas reducida y oxidada, se utilizó la ecuación de Nernst, que relaciona el potencial con la concentración (actividades) de las especies involucradas en la semirreacción de reducción del par de estudio, cuando se tiene esta y la concentración analítica, se calcula la concentración de las especies en las formas oxidada y reducida del par involucrado. Posteriormente se utiliza la estequiometría de reacción, dado que es una mezcla incompatible, ósea aquella en la que las especies van a reaccionar, para producir una de las formas de las especies involucradas en el sistema amortiguador, y además, conocer las cantidades de reactivos a tomar, que para la situación trabajada fue una mezcla de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ y $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ en H_2SO_4 1 M + H_3PO_4 0,5 M

Los reactivos a mezclar deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Alto grado de pureza, pueden ser reactivos grado patrón, o se elige el de mejor calidad.
- Que la estequiometría de reacción este definida.



- Que el sistema de reacción sea espontáneo ($\Delta G < 0$)
- Alta cinética de reacción.

Teniendo definidas las cantidades a tomar, se procede de la siguiente manera:

- Se toman las cantidades de los reactivos a mezclar, teniendo en cuenta la estequiometría de reacción, la pureza de los reactivos, como se muestra a continuación en la tabla (los valores mostrados son para 250 mL de solución amortiguadora):

Concentración analítica	W $K_2Cr_2O_7$	W $Fe (NH_4)_2 (SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$
0,1	0,8439 g	9,9025 g
0,05	0,4235 g	4,9513 g
0,02	0,1697 g	1,9805 g

- Los reactivos se disuelven en 200 mL una mezcla de H_2SO_4 1,0 M y H_3PO_4 0,5 M.
- La mezcla se deja en reposo, hasta que la reacción sea completa.
- Se mide el potencial del sistema, teniendo en cuenta que el potenciómetro este en la escala de milivoltios y que los electrodos estén en optimas condiciones de uso, si el potencial registrado es mayor al esperado, se ajusta con el reactivo que contiene la forma reducida de la especie en estudio, si el potencial es menor al esperado, adicione poco a poco el agente oxidante, para la utilización de los reactivos de ajuste, se recomienda soluciones de concentración conocida.
- Cuando el valor del potencial sea aproximadamente igual al esperado después de ajustar con cualquiera de los reactivos utilizados, llevar a volumen con el solvente propuesto.

A continuación se presentan algunas recomendaciones para tener en cuenta al momento de realizar el procedimiento:

- Cuando realice el montaje, tenga en cuenta verificar que el par de electrodos (referencia e indicador) no presenten inclinación alguna.
- Use un trozo de material aislante (por ejemplo, plástico esponjoso o cartón) entre la placa agitadora y el matraz para impedir la transferencia térmica.

Agite las muestras a una velocidad uniforme para obtener una medición representativa de los potenciales obtenidos y mejorar el tiempo de respuesta del electrodo. (ORION. INSTRUCTION MANUAL EA™ 1996).

Resultados y análisis

Los resultados obtenidos después de aplicar el procedimiento propuesto se presentan a continuación:

Soln	C_A	E (mV) vs. ECS (teor)	E (mV) vs. ECS (exp.)	DIFERENCIA E (mV) teor.- E (mV) exp.
1	0,1	388,0	366,8	21,2
2	0,05	388,0	375,2	12,8
3	0,02	388,0	383,0	5

De los resultados obtenidos anteriormente se puede observar que se acercan a los datos que fueron esperados teóricamente, esto se debió a que la reacción en el medio propuesto fue completa y estable.

Por otro lado, un factor importante a tener presente es el efecto salino que define el coeficiente de actividad de las especies, pudo verse alterado por la presencia de iones, producto de la disociación de los patrones primarios.

Además, para la preparación de la mezcla se omitieron algunos factores que pudieron afectar los resultados obtenidos:

- Actividades de las especies
- Coeficientes de actividad
- Fuerza iónica.
- Potencial que puede ser generado por la presencia de otras especies que fueron adicionadas intencionalmente al sistema.
- El tiempo de estabilidad de las soluciones.
- La temperatura.
- La calibración del potenciómetro.
- El estado de los electrodos de medida.

Se aprecian variaciones en los valores teóricos y experimentales que obedecen a una manipulación inadecuada de los instrumentos de medición (potenciómetro, electrodos y material básico).

Los factores responsables de la variación de los equilibrios, son: la temperatura, el pH, concentración de los reactivos, completez de reacción, entre otros.

Conclusiones y recomendaciones

El aprendizaje significativo respecto a soluciones amortiguadoras de potencial eléctrico no solamente se limita a la fabricación eficiente de soluciones ya conocidas en el laboratorio, sino que se evidenció que los estudiantes fueron capaces de crear un buffer redox, con base en lo aprendido.

La comparación entre buffer de pH y buffer de potencial eléctrico es una forma útil y plausible de consolidar un criterio en el estudiante para afianzar conceptos equiparables para generar una mayor comprensión de los fenómenos.

A nivel de laboratorio se pudo evidenciar que el concepto de buffer de potencial eléctrico es también observable desde la potenciometría redox, siendo así que conceptos esenciales en análisis químico, relativos a la reacción redox se pueden explicitar y aterrizar con base en el conocimiento de reacciones y equilibrios presentados en la curva de titulación.

El estudiante que profundiza en el concepto de buffer redox puede llegar a conceptualizar sobre la calidad o pureza de un reactivo con carácter redox basado en resultados logrados en un laboratorio de análisis químico.

Para el estudio futuro de los sistemas redox, y una optima recolección de datos que aseguren una información confiable, se recomienda:

Utilizar reactivos nuevos y de carácter analítico, preferiblemente de una casa reconocida.

Realizar una revisión periódica de los electrodos a utilizar, y evaluación de, por ejemplo, la concentración de las soluciones de relleno, mantenimiento adecuado de la superficie.

En los cálculos a realizar, tener presente, además de las concentraciones, los coeficientes de actividad de las especies involucradas en el sistema de estudio.

Trabajar con soluciones de concentración conocida que contengan las formas oxidada y reducida de las especies presentes en un sistema amortiguador.

Antes del adelantar el estudio, se debe enfatizar en el estudio, construcción y análisis de las curvas de titulación potenciométrica redox, además de la familiarización con el funcionamiento de celdas electroquímicas y de electrodos de medida.

Bibliografía

CLAVIJO, Alfonso. Fundamentos de Química Analítica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá 2002.

GALLEGO, R. y PÉREZ, R. Aprendibilidad, Enseñabilidad y Educabilidad en las Ciencias Experimentales. En: Educación y Pedagogía. XI (25). 1999

NÚÑEZ V Carlos y PELÁEZ A Ernesto. "ELECTROQUÍMICA IÓNICA" Estudio de los electrolitos en equilibrio. Ed Cenpes Instituto Politécnico Nacional de México. Cuba Universidad de la Habana facultad de Química 2000.

ORION. INSTRUCTION MANUAL EA™ 920 expandable ion analyzer. 1996.

RUBINSON, Janneth. Química Analítica Contemporánea. Ed Pearson. Washington 1998-2000.

ASPECTOS NUTRICIONALES DE ALUMNOS DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN

Susana J. Risso

Departamento de Bioquímica. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Km 4. 9000 Comodoro Rivadavia, Argentina. srisso@unpata.edu.ar

Resumen

En el desarrollo de la práctica de la asignatura Bromatología y Nutrición los alumnos tienen la posibilidad de autoevaluar sus características alimenticias en algunos nutrientes de acuerdo a sus hábitos. La importancia de esta autoencuesta se debe a que la persona aplica conceptos teóricos a una práctica personal, donde analiza su consumo de nutrientes con los Requerimientos establecidos por Tablas Nacionales e Internacionales.

El objetivo del presente trabajo fue analizar el resultado de la autoencuesta alimentaria realizada.

Este análisis se realizó con la autoencuesta de 97 alumnos que cursaron entre los años 1999-2005 la asignatura. Ellos anotaron cuali-cuantitativamente los alimentos consumidos y la actividad física que desarrollaron, durante 7 días. Luego se efectuó un promedio diario del consumo de los distintos tipos de lácteos, cereales, carnes, frutas y verduras. Se analizó el contenido de dichos grupos de alimentos respecto a 8 nutrientes: proteínas, hierro, calcio, vitamina A, B₁, B₂ (riboflavina), niacina y vitamina C. Con estos datos se realizó una tabla de doble entrada de la cual surge para cada persona qué cantidad de nutrientes cubre el % requerido y qué porcentaje de personas cubren un determinado nutriente. Como complemento se hace la suma de calorías consumidas y de acuerdo a la actividad física se calcula el Gasto Energético Total (GET) de la persona.

El desarrollo y la obtención de los valores se realizaron consultando tablas y por operaciones matemáticas básicas. Los resultados llegan a sorprender tanto a los docentes como a los participantes, ya que el 94 % cubre las necesidades requeridas para proteínas y hierro. Este valor se corresponde con el hábito de alto consumo de carnes rojas que posee nuestra población.

Los demás nutrientes presentan valores inferiores al 50 % de requerimiento. El calcio se cubre en un 12 %, las vitaminas A, B₁, B₂, niacina y C en 18; 23,5; 8,9; 2,9 y 21 % respectivamente.

El 46,11 % de los alumnos satisface el GET y el resto (53,89 %) el promedio del porcentaje de cobertura es 91 %.

Estos valores brindan una información estimativa de las características nutricionales de las personas que han realizado la autoencuesta y la posibilidad de efectuar cambios para mejorar los hábitos alimenticios.

Palabras clave: nutrición, requerimientos, autoencuesta, energía, vitaminas, minerales.

Abstract

Bromatology and Nutrition's students did an autoinquest, this report aims to provide information about their nutrition intakes in energy, protein, iron, calcium and A, B₁, B₂ (riboflavin), niacin and C vitamin according to National and International Tables.

They registered and quantify any food and drink that they consumed during 7 days, after that did an daily average of milk, milk product, grain product, meats, fruits and vegetables.

The results of 97 students surprised themselves and teachers, 46,11 % of them overtake GET the others (53,89 %) have 91 % of average, eighthy's of them cober 2, 3 and 4 intakes the rest of persons cober 1,5,6,7 and 8 intakes of nutrients. 94 % cober protein and iron, 12 % calcium, 18; 23,5; 8,9; 2,9 and 21 % cober vitamins A, B₁, B₂, niacin and C intakes respectively.

This autoinquest checked the nutrition state of everyone and they could lead to change behavior in their nutrition habits to prevent future disease.

Introducción

En el desarrollo de la práctica de la asignatura Bromatología y Nutrición los alumnos tienen la posibilidad de autoevaluar sus características alimenticias en algunos nutrientes de acuerdo a sus hábitos. La importancia de esta autoencuesta (Portela, 1995) se debe a que la persona aplica conceptos teóricos a una práctica personal, donde analiza su consumo de nutrientes con los Requerimientos establecidos por Tablas Nacionales (Mazzei et al. 1995; Portela, 2003) e Internacionales (Souci et al. 1989).

Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue analizar el resultado de la autoencuesta alimentaria realizada.

Materiales y métodos

Este análisis se realizó con la autoencuesta de 97 alumnos que cursaron entre los años 1999-2005 la asignatura. Ellos anotaron cuali-cuantitativamente los alimentos consumidos y la actividad física que desarrollaron, durante 7 días. Luego se efectuó un promedio diario del consumo de los distintos tipos de lácteos, cereales, carnes, frutas y verduras. Se analizó el contenido de dichos grupos de alimentos respecto a 8 nutrientes: proteínas, hierro, calcio, vitamina A, B₁, B₂ (riboflavina), niacina y vitamina C. Con estos datos se realizó una tabla de doble entrada de la cual surge para cada persona qué cantidad de nutrientes cubre el % requerido y qué porcentaje de personas cubren un determinado nutriente. Como complemento se hace la suma de calorías consumidas y de acuerdo a la actividad física se calcula el Gasto Energético Total (GET) de la persona.

El desarrollo y la obtención de los valores se realizaron consultando tablas y por operaciones matemáticas básicas.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos del grupo encuestado son sorprendentes e impactan tanto a los docentes como a los participantes.

El 46,11 % de los alumnos satisface el GET y el resto (53,89 %) el promedio del porcentaje de cobertura es 91 %, es decir se acercan a los valores que necesitan para mantener su peso.

De los encuestados 80 cubren la ingesta recomendada para 2, 3, y 4 nutrientes por 27, 38 y 15 personas respectivamente y 1, 5, 6, 7 y 8 nutrientes son cubiertos por 2, 6, 5, 2 y 1 personas respectivamente (Figura 1).

El 94 % cubre las necesidades requeridas para proteínas y hierro (Figura 2). Este valor se corresponde con el hábito de alto consumo de carnes rojas que posee nuestra población. Esto se expone en las clases ya que la mayoría de los participantes no incluyen comidas con otras carnes como el pescado y el pollo.

Los demás nutrientes presentan valores inferiores al 50 % de requerimiento. El calcio se cubre en un 12 %, las vitaminas A, B₁, B₂, niacina y C en 18; 23,5; 8,9; 2,9 y 21 % respectivamente (Figura 2).

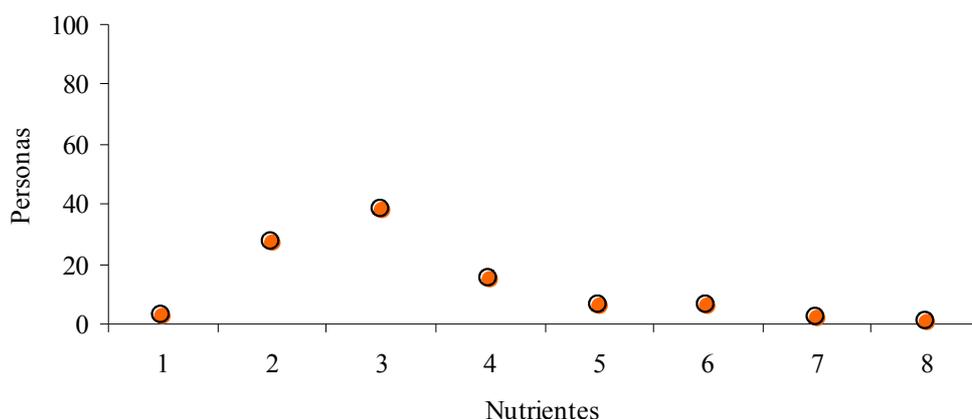


Figura 1. Cantidad de nutrientes que son cubiertos por los participantes.

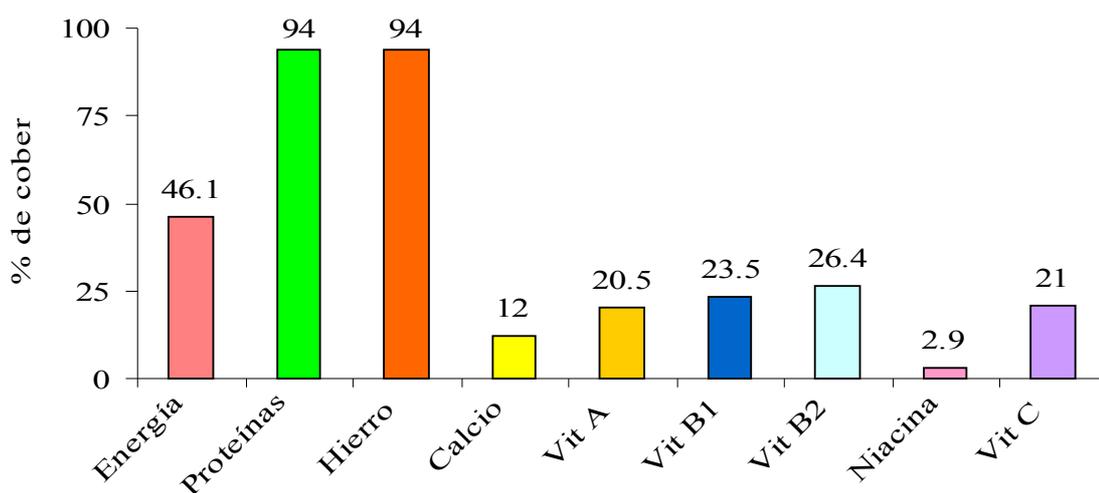


Figura 2. Porcentaje que se cubre de energía, y nutrientes: proteínas, hierro, calcio, vitaminas A, B₁, B₂, niacina y C.

Conclusión

Estos valores brindan una información estimativa de las características nutricionales de las personas que han realizado la autoencuesta y la posibilidad de efectuar cambios para mejorar los hábitos alimenticios.

En algunos casos se brindó la posibilidad de aumentar el consumo de productos lácteos, vegetales y frutas y disminuir el consumo de carnes rojas y también de reflexionar acerca de la prevención de enfermedades, mejorando la calidad de la alimentación.

Bibliografía

FAO/WHO/ONU. 1985. Energy and protein requirements. Report of Joint FAO/WHO/ONU Expert Consultation. World Health Organization. Technology Report Service 274:113-129.

Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). 2002. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Protein and Amino Acids (Macronutrients). National Academic Press. Washington D.C., USA.

Mazzei, M.; Puchulu, M. & Rochaix, M. 1995. Tabla de Composición Química de Alimentos. CENEXA (UNLP-CONICET).

Portela, M. L. 1995. Autoencuesta Alimentaria: Trabajo Práctico. Departamento de Sanidad, Bromatología y Toxicología. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Buenos Aires.

Portela, M.L. 2003. Vitaminas y minerales en nutrición. Editores López Libreros S.R.L. Buenos Aires, Argentina.

Souci, S.W.; Fachman, W. & Kraut, H. 1989. Food composition and nutrition tables. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft GmbH, Stuttgart, Germany.

TRABAJO DE LABORATORIO CON MÉTODOS INCREMENTALES EN POTENCIOMETRÍA DE ION SELECTIVO DESDE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Jaime Augusto Casas Mateus^a, Carmen Andrea Melo Figueroa^b, Heidy Liliana Orjuela Bautista², Yolanda Ladino Ospina^b y Luis Fernando Gamboa^a

^a Pontificia Universidad Javeriana. ^b Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia; jacasas@javeriana.edu.co; alfonsoclavijo@yahoo.com dicein@unincca.edu.co

Resumen

Los métodos incrementales en potenciometría de ion selectivo son de amplia utilidad en situaciones en donde la concentración es muy baja (<1ppm) (Kissa, 1983); sin embargo estos métodos no son frecuentemente abordados como opción en el desarrollo de prácticas de laboratorio a nivel universitario, por lo que a veces resultan desconocidos.

De acuerdo a esta problemática, se considera importante realizar estudios referidos a esta temática, empleando la resolución de problemas como estrategia didáctica, que resulta aplicable al trabajo de laboratorio, en donde el estudiante debe hacer un proceso en el que aplica los conceptos aprendidos, elabora hipótesis y justifica las investigaciones a desarrollar para encontrar significado a lo que se enseña (Caballer, 1997). Así, desde los tipos de clasificación de problemas propuesta por Caballer (1997) se elaboró una estrategia a partir de tres fases: la introductoria, en la que se abordan los problemas cuestiones, la de aplicación, en la que se trabajan problemas ejercicios y la de investigación, en la que se trabajan problemas investigaciones. De esta manera, se busca que a partir del desarrollo de todas las fases, los estudiantes construyan los conceptos básicos de potenciometría e infieran las diferencias entre un trabajo de investigación propiamente dicho y una práctica de laboratorio; es importante indicar que en este caso el maestro actúa como guía en la actividad, pero es el estudiante quien desarrolla su propio proceso de aprendizaje. Asimismo, este trabajo puede servir como ilustración de un modelo aplicativo que resuelve un problema real, como en el caso de la fluorosis dental, determinando el ion fluoruro en diversas muestras (en orina, por ejemplo) y evaluando su concentración en la población afectada.

WORK OF LABORATORY WITH INCREMENTAL METHODS IN POTENCIOMETRY OF SELECTIVE ION FROM THE RESOLUTION OF PROBLEMS

The incremental methods of potentiometry of selective ion gives an efficient form to realize an appropriate analysis of determinates species, specially when the sample concentration is in the non-linear part of the curve, as in the case of diluted solutions (< 1 ppm) although these methods aren't an option in the development of laboratory practices and they are almost unknown. According to this problematic situation, it is important do studies that refers to this topics for teaching at university level. In this case the didactic strategy is the resolution of problems that are applied to the of laboratory work agree to the objective of teaching that poses the student leaves the memorization and that realize a process where applies the learned concepts, make hypothesis, and justify the investigations to develop in order to looking a meaning to what it has been taught (Caballer, 1997). So, it was developed a strategy with three phases: The first, introductory, where are questions; the second, application, where are exercises; and the third, the investigation, where are investigation problems. So, the students, using following all the phases, make basic concepts of potentiometry and deduce the differences between a work of investigation and a laboratory practice.

Keywords: Potenciometry, selective ion, incremental methods, resolution of problems.

Introducción

Los métodos incrementales en potenciometría de ión selectivo pueden ser una alternativa eficaz para realizar un análisis adecuado de determinadas especies, para casos en los que las concentraciones de las muestras se encuentran en la porción lineal de la curva de calibración determinada por la ecuación de Nernst, sin embargo, pueden ser también aplicados en los casos en los que la concentración de la muestra se encuentra en la parte no lineal de la curva, como para el caso de soluciones muy diluidas (<1 ppm). Es así, que se considera relevante presentar un estudio sobre la aplicabilidad de estos métodos, particularmente en la cuantificación de fluoruros; posible punto de partida para extrapolar este tipo de trabajo para otros iones; de manera que estas técnicas sean consideradas por los estudiantes, en sus trabajos de laboratorio e investigación.

Para tal fin, realizamos un estudio experimental en el cual adecuamos la técnica de los métodos incrementales, sugiriendo el empleo de solución TISAB para todo tipo de pruebas y la fabricación de la curva de calibración para trabajar con la pendiente real del electrodo; por otra parte, realizamos la correspondiente modificación de las ecuaciones y proponemos la adición con curva para las muestras que requieren un análisis más riguroso, en cuanto a exactitud y precisión.

Así, a partir del trabajo experimental se diseñó y aplicó una estrategia didáctica fundamentada en la resolución de problemas a estudiantes de nivel universitario a quienes competen estas temáticas. Dicha estrategia tiene como base la implementación de los distintos tipos de problemas propuestos por Caballer (1997), desarrollados en tres distintas fases en las que los estudiantes elaboran el método para su aplicación. En el trabajo se encontró que los estudiantes lograron valorar la utilidad de la técnica y desarrollaron los conceptos básicos de potenciometría desde el instrumento que se aplicó; además fue posible evidenciar el avance a partir del trabajo en resolución de problemas, lo que indica que esta es una estrategia que se adecua para el desarrollo del trabajo en el laboratorio.

Objetivo general

Plantear un análisis experimental y teórico de la técnica incremental de potenciometría de ión selectivo, desarrollando y aplicando un instrumento basado en la resolución de problemas en los cursos de química analítica.

Objetivos específicos

- Determinar el estado del funcionamiento de los equipos correspondientes al trabajo.
- Ilustrar la técnica de potenciometría directa (curva de calibración) y de potenciometría de ión selectivo para el trabajo con el electrodo de fluoruro.
- Adecuar los métodos incrementales de adición en potenciometría de ión selectivo para el trabajo con el ión fluoruro.
- Diseñar y aplicar una cartilla, basada en la resolución de problemas.

Desarrollo

La electroquímica y específicamente la potenciometría son temáticas tratadas en el desarrollo de programas de pregrado y postgrado en donde se estudia el análisis químico instrumental, sin embargo de acuerdo a las observaciones realizadas en estas cátedras es común que estas temáticas sean abordadas desde un enfoque empiropositivista, si es que se dan, en la que las prácticas de laboratorio se reducen a trabajos de potenciometría directa desconociendo el trabajo con electrodos de ión selectivo y dentro de estos los métodos incrementales.

Este hecho conduce a dos problemáticas: la primera, la falencia del trabajo en didáctica a nivel universitario pues, aunque la discusión al respecto se viene dando desde ya hace varios años en el ambiente universitario y diversos autores han centrado su discurso en ella, la práctica como tal se aleja constantemente de su real contextualización en el aula (Díaz, 1999). La segunda problemática se refiere al no empleo de métodos incrementales para la determinación de iones específicos, a pesar de la exactitud y la precisión de esta técnica, en la que cabe resaltar su sencilla aplicación en cuanto a los equipos utilizados, los reactivos y al manejo de muestras, por dos razones: en primer lugar porque se requiere una mínima cantidad de ellas, y segundo porque no necesitan un tratamiento previo, lo cual se evidenció en el trabajo con la orina en donde se simplificó el procedimiento al manipular directamente la muestra sin previa extracción.

Hipótesis

De acuerdo al estudio de las problemáticas expuestas, se considera que es posible involucrar estrategias didácticas para el trabajo con métodos incrementales en potenciometría de ión selectivo, en este caso en particular la resolución de problemas, que permitan contextualizar el discurso sobre didáctica universitaria en el aula de tal manera que los maestros universitarios, desde esta realidad nos vemos abocados a trabajar desde las construcciones propias de los estudiantes “debido a que cada quien construye las representaciones que organiza en estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas desde su propia actividad cognoscitiva y en relación con su entorno socio cultural, económico y político; entonces, el enseñar a leer y escribir necesariamente es la transformación de esas representaciones y estructuras, para que sus lecturas en principio se aproximen a las que hacen los miembros de las comunidades respectivas de especialistas. Así pues, lo didáctico se halla indisolublemente ligado a lo pedagógico” (GALLEGO et al, 1997,130-131). Esta idea nos permite entender la importancia de la didáctica, y de la aplicación de estrategias didácticas en el desarrollo de las temáticas en química por la gran responsabilidad como maestros universitarios de ser verdaderos didactas, sin olvidar la preparación en nuestra disciplina.

Así mismo, consideramos que los métodos incrementales han demostrado ser una estrategia importante en el análisis químico; así las cosas, su estudio permitió trabajar sobre problemas de salud como es el caso de la fluorosis dental, puesto que el ión fluoruro se encuentra en trazas en diversas muestras y es posible identificarlo empleando el método de adición estándar propuesto en los métodos incrementales.

Metodología

Como ya se expuso la estrategia a seguir se dividió en tres fases, la primera denominada fase introductoria abordó los problemas cuestiones, para la comprensión del concepto de potenciometría, propiamente dicho.

Puesto que la función de los problemas cuestiones es el refuerzo y la aplicación de la teoría. Comprender los conocimientos conceptuales. Enseñar mediante ejemplos de aplicación directa de fórmulas, unidades, entre otras; y actividades de laboratorio que ilustran un fenómeno o comprueban una ley. (CABALLER, 1997), consideramos pertinente el uso de este tipo de problemas para revisar los conceptos básicos en potenciometría. Como primera medida se realizó un test de ideas previas por medio de una rejilla de conceptos, en esta los estudiantes asociaban algunos conceptos básicos de potenciometría como son: voltaje, ánodo, cátodo, ión, pila, conducción electrolítica, potencial, entre otros. A partir de este test encontramos que los estudiantes presentaban algunas concepciones erradas que resultan comunes en este tema como es el caso de considerar: “aniones en el puente salino y transferencia de electrones de el cátodo al ánodo”

(SANGER, 1997, 819). Así mismo, a partir del desarrollo de la rejilla los estudiantes comenzaron a motivarse por el trabajo en potenciometría, después de realizar el refuerzo correspondiente se aplicó la segunda actividad, que se relacionaba con el trabajo con la ecuación de Nernst, los estudiantes hallaban el potencial de distintas celdas y comparaban la variación de los resultados de acuerdo a la actividad de las especies en cada caso. Lo que permitió que los estudiantes se involucraran con cálculos potenciométricos básicos, para posteriormente desarrollar ejercicios con mayor complejidad. Por último los estudiantes fabricaron una celda galvánica, en la que especificaban los componentes de la misma y como se da el flujo de electrones, de esta manera se verifica la construcción desde las concepciones erradas evidenciadas en el test de ideas previas.

En la segunda fase, denominada fase de aplicación se aplicaron los problemas ejercicios, que involucran el concepto de potenciometría.

Teniendo en cuenta que estos problemas buscan el aprendizaje de modelos concretos de resolución; problemas tipo o su resolución por etapas, análogos con procedimientos de resolución ya establecidos claramente, en las actividades de laboratorio, experiencias para el aprendizaje de determinadas técnicas y destrezas de manipulación, obtención de datos entre otros (CABALLER, 1997) las actividades que se implementaron eran guiadas por el maestro y desarrolladas por los estudiantes, en esta fase inicialmente desarrollaron la potenciometría directa desde lo teórico con ejercicios tipo, posteriormente se implementó la elaboración de curvas de calibración y el uso de estas con electrodos de ión selectivo, de esta manera se aplicó la primera parte del trabajo con métodos incrementales, que consiste como primera medida, en diseñar una curva de calibrado, para verificar la pendiente; para tal efecto, se mezclan 10,00 mL de cada patrón y 10,00 mL de una solución TISAB (que contenía un buffer de pH 5,0-5,5 y NaCl para el ajuste de la fuerza iónica). De esta manera los estudiantes elaboran sus curvas de calibrado, soluciones necesarias para la elaboración de la curva y sobre esta desarrollan trabajos de potenciometría directa como el cálculo de concentración de fluor en la crema dental o de soluciones problema con concentraciones que se encuentre sobre la porción lineal de la curva de calibración.

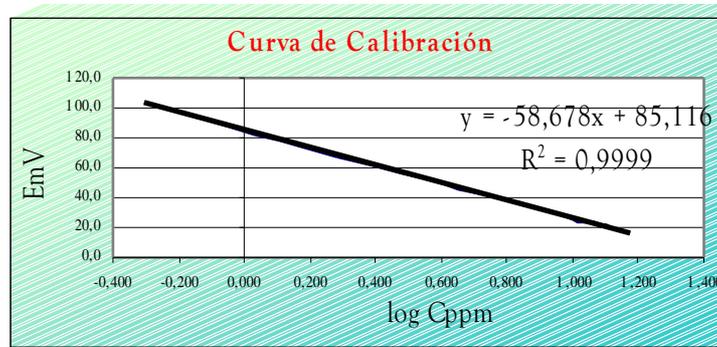


Figura 1. Curva de calibración 1, con electrodo combinado de fluoruro.

La última fase que corresponde a la fase de investigación, En la que se aplicaron los problemas investigaciones, para la solución de una situación problema como es el análisis de fluor presente en trazas. Basándonos en que estas actividades están dirigidas a la construcción de conocimientos procedimentales y actitudes hacia la ciencia y sus métodos de trabajo, utilización de una metodología de investigación aplicable a problemas muy diversos; en actividades de laboratorio secuencias completas de planteamiento de problemas, emisión de hipótesis, diseños experimentales y análisis de resultados obtenidos. (CABALLER, 1997) se realizó la implementación de los métodos incrementales como una alternativa para la solución de un problemas de salud como es el caso de la fluorosis dental. El nivel de fluor en bebidas e incluso en orina se encuentra en trazas, la potenciometría directa es una estrategia inadecuada para el análisis de dicho ión, este es problema que se plantea inicialmente en esta fase a los estudiantes para proponer como alternativas de solución los métodos incrementales desde sus dos variantes.

Adición Estándar

En este caso se toma un volumen definido de la muestra se lee el potencial y posteriormente se adiciona un volumen previamente definido del estándar, leyendo de nuevo el potencial.

Adición Muestra

Para esta se adiciona un volumen de muestra a un estándar al cual se le ha calculado previamente el potencial, se halla el potencial después de adicionar la muestra.

Te sugerimos, aplicar adición de muestra para las bebidas, para esto hemos elaborado una ecuación que te será útil para hallar la concentración, después de la adición. De acuerdo con el problema a resolver es necesario aplicar la adición de muestra y por lo tanto realizar los cálculos necesarios para hallar la concentración con cada método. (ORION, 1998).

Para el caso de adición estándar: Ecuación de Nernst: $E_1 = E_0 \pm S \cdot \log(C_X \cdot f_X \cdot k_X) + \Delta E_0$; donde: E_1 = potencial del electrodo; E_0 = potencial constante (que depende de la construcción del electrodo); C_X = concentración del ión en la muestra; f_X = coeficiente de actividad del ion en la muestra; k_X = medida de la fracción no acomplejada del ión en la muestra; S = pendiente del electrodo; ΔE_0 = diferencia de potencial de difusión en la fase de transición electrolito / electrodo de referencia medido en la solución. Después de la adición del estándar, la medida de la concentración del ión aumenta ΔC y la segunda medida tiene como potencial: $E_2 = E_0 \pm S \cdot \log(C_X + \Delta C) \cdot f'_X \cdot k'_X + \Delta E_0$. Pero $f_X \cdot k_X = f'_X \cdot k'_X$, y la diferencia entre $E_2 - E_1$ es: $\Delta E = E_2 - E_1 = S \cdot \log((C_X + \Delta C)/C_X)$; $10^{\Delta E/S} = (C_X + \Delta C)/C_X$; finalmente:

$$C_X = C_S \cdot \frac{V_S}{V_X(10^{\frac{\Delta E}{S}} - 1) + V_S(10^{\frac{\Delta E}{S}})}$$

En forma similar, para el caso de adición de muestra: $C_X = \frac{C_S \cdot (V_S + V_X) \cdot 10^{\frac{\Delta E}{S}} - V_S \cdot C_S}{V_X}$, para el

análisis de orina, que es la actividad final en la fase de investigación es necesario desarrollar la adición de muestra y para orinas con altos niveles de fluor se implementa una técnica más de los métodos incrementales que es la adición con curva, de esa manera se verifica la concentración de la orina y la posibilidad de fluorosis en el paciente.

Tabla 1. CURVA DE ADICIÓN MUESTRA 1 con electrodo combinado de fluoruros

MUESTRA 1		
C ppm F ⁻	1,94	
mL 50 ppm F ⁻	E(mV)	10 ^(emx - A*/S)
0,0	122,7	10,86
1,0	94,3	34,43
2,0	82,3	56,06
3,0	73,8	79,18
4,0	66,7	105,66
5,0	61,7	129,45
6,0	58,0	150,45
7,0	54,5	173,44
8,0	50,6	203,21
9,0	47,7	228,62

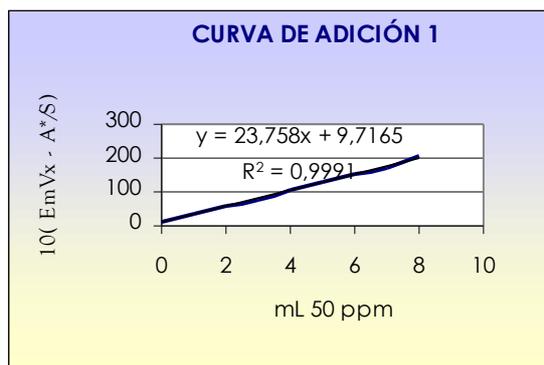


Figura 2. Curva de adición 1 - muestra 1 - con electrodo combinado de fluoruro.

Conclusiones

La resolución de problemas es una estrategia adecuada para el desarrollo de los métodos incrementales en potenciometría de ión selectivo por parte de los estudiantes universitarios, permitiendo aplicar una estrategia distinta en pro del desarrollo de una didáctica universitaria, así mismo, estos métodos permiten la cuantificación de fluoruros en trazas, por lo tanto se recomienda para el análisis de este ión o de otros con características similares.

Mediante la potenciometría de ion selectivo con métodos incrementales se pueden reforzar y consolidar, en los estudiantes y profesores, las ecuaciones (de Nernst, principalmente) que rigen los principios básicos y los parámetros asociados (tales como fuerza iónica o concentración analítica del buffer) relativos a esta temática y conocer parte de la solución a problemas de salubridad, como una proyección adicional que conlleva su aplicación práctica.

Bibliografía

DÍAZ, Á. "Didáctica aportes para una polémica". Rei Argentina. Aique Grupo Editor. 1995. Argentina.

GALLEGO, R y PÉREZ R. "La enseñanza de las ciencias experimentales". Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio, 1997.

ORION, INCREMENTAL TECHNIQUES WITH ION SELECTIVE ELECTRODES, 1998

SANGER, Michel student's misconceptions in electrochemistry: current flow in electrolyte solutions and the salt bridge en Journal of chemical education, vol 74 No 7 Julio, 1997.

CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS CIENTIFICOS DESDE LA RELACIÓN TEÓRICO-PRÁCTICA EN EL AULA Y LOS PROCESOS INDUSTRIALES: TRANSPOSICIÓN DE UN PROCESO INDUSTRIAL AL TRABAJO DEL AULA

J. Lara Rico N., J. Ospina Chávez, J. Ospina Paladines y M. Saavedra Alemán

Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia,
martha_saavedra73@yahoo.com.

Resumen:

El proyecto busca establecer relaciones directas entre el trabajo teórico-práctico del aula (ciencia escolar) y los procesos industriales. Este caso de relaciones entre la ciencia, la tecnología y la educación en ciencias (CTSA), busca hacer una construcción más significativa de conceptos científicos.

Para desarrollar una metodología de esta naturaleza es necesario transponer un proceso industrial al trabajo en el aula; para este caso, será la producción de levadura panificadora y bioetanol. La transposición se inicia con una fase de análisis a nivel empírico que consiste en estandarizar los procesos involucrados en la producción de levadura panificadora *Saccharomyces Cerevisiae* y bioetanol (purificación de la cepa, producción de biomasa, diseño y materialización de biorreactores y metodologías de control de calidad) a nivel de laboratorio escolar.

Una vez lograda esta adaptación, la fase consecuente es identificar los conceptos científicos y su nivel de complejidad, involucrados en cada etapa del proceso industrial.

Como resultados se espera establecer niveles de complejidad para los conceptos establecidos de tal manera que, de forma progresiva, se aporte a la formación de individuos con estructuras conceptuales específicas, que tengan la capacidad de interpretar su entorno desde estos mismos saberes y que tomen decisiones y solucionen problemas a través de la formulación de estrategias que involucren el conocimiento en biotecnología.

La investigación en torno a las relaciones CTSA evidencian el cambio actitudinal del estudiante (Catebiel, 2003); y el conseguir que el individuo sea capaz de conjugar sus conocimientos en ciencias, en función de obtener bienes y servicios a través del uso de sistemas biológicos y sus productos (esto, a partir de las estrategias que formule para solucionar problemas y tomar decisiones), le hace más competitivo.

Abstract

This project looks for establish a direct relations hip between the theoretical – practical classroom work (school – science) and the industrial process. This case of relation between the science, the technology and the education in science (STSE), look for a more significant construction of scientific concepts. This kind of methodology is necessary transpose an industrial process to the classroom work, to this case; it will be the bakery yeast and bioetanol production. The transposition begins with an analysis stays to an empirical level to involved of standardize the process in the bakery yeast production *Sacchoromyces Cerevisiae* and bioetanol (purification of the stump, production of biomass design and materialize of bioreactors and methodologies of quality controls) in a school lab level.

Once getting this adaptation, the consistent stage is identify the scientific concepts and the complexity level, involve in each stage of the industrial process. Like expected results, establish complexity levels to the established concepts so, in a progressive way, it contributes to the attitude students changes, to the formation of individuals with specific concept structures, with capacity to interpret their environment from these same knowledge and take decisions and solve problems to get wealth and services, through the formulation to strategies that involve the biotechnology knowledge.

Introducción

Durante la década de 1980, surge la ciencia enseñada a través del "modelo del descubrimiento" en la cual los estudiantes, a partir de la observación experimental de los hechos, llegan a descubrir "la verdad científica" mediante la inducción; metodología y visión que implica transmitir un modelo de ciencias que no corresponde a una construcción humana, que no reconoce una evolución a lo largo de la historia y que concibe una ciencia acabada y por lo tanto enmarcada dentro de un contexto estático e irreal.

Teniendo en cuenta que en los últimos años ha surgido una serie de transformaciones políticas sociales y económicas que han condicionado y también determinado el desarrollo científico y tecnológico; y sabiendo que la naturaleza de la ciencia es compleja, dinámica y rigurosa, la posibilidad de poder desarrollarla desde diferentes paradigmas investigativos exige que la educación en ciencias busque formar individuos con estructuras conceptuales específicas, que tengan la capacidad de interpretar su entorno desde este saber, y que tomen decisiones y solucionen problemas desde las estrategias formuladas a partir de los mismos. En el caso de la educación en biotecnología, se debe buscar que el individuo sea capaz de conjugar sus conocimientos en ciencias en función de obtener bienes y servicios a través del uso de sistemas biológicos y sus productos (esto, a partir de las estrategias que formule para solucionar problemas y tomar decisiones).

Lo anterior señala que la labor docente gira en torno a guiar ese proceso de construcción y cambio conceptual, a guiar y optimizar las estrategias de solución de problemas y ejecución de procesos y a dirigir la contextualización del saber científico en la sociedad (en sus aspectos económicos, éticos, culturales, políticos, etc.) y el ambiente al que el mismo educando pertenece.

Objetivo general

Establecer relaciones directas (relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) entre el trabajo teórico-practico del aula (ciencia escolar) y los procesos industriales (producción de biomasa y bioetanol), en función de la construcción y reconstrucción significativa de conceptos científicos.

Objetivos específicos

- Estandarizar los procesos involucrados en la producción de levadura panificadora *Saccharomyces Cerevisiae*, y bioetanol, a nivel de laboratorio.
- Identificar los conceptos científicos involucrados en cada etapa del proceso industrial.
- Diferenciar niveles de complejidad para los conceptos determinados en cada etapa del proceso.

Desarrollo

Estado del Arte:

De no tener en cuenta que la educación en ciencias y su didáctica deben superar las paredes del campus académico, se cae en un alto riesgo de transformar la enseñanza-aprendizaje en una acción mecánica donde se transmiten ideas ya acabadas y abstractas, (por cuanto no se ven desde un

contexto palpable), las cuales limitan en el educando el desarrollo de algunas habilidades (innovación, argumentativas, etc.); es por esto que se deben generar ambientes, instrumentos y metodologías para que el estudiante pueda identificar y establecer las relaciones entre el conocimiento científico y su entorno, logrando desarrollar un proceso de aprendizaje significativo en ciencias. De aquí, que últimamente se vengán desarrollado muchos estudios acerca de las relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA), sobre todo desde la educación científica, lo cual queda evidenciado por la gran cantidad de trabajos, artículos y de revisiones bibliográficas publicadas, de ahí que los trabajos sobre estos temas constituyan una línea de investigación importante en didáctica de las ciencias.

El movimiento que trabaja en torno al enfoque CTSA se ha venido desarrollando como una alternativa para conseguir contextualizar los conocimientos científicos en el marco desde el cual surgen, y es precisamente el contexto social-político-cultural, el contexto tecnológico y el medio ambiente. Precisamente, frente al enfoque CTSA, Chávez T., (2003) describe cómo en el contexto mundial contemporáneo, los países desarrollados avanzan en torno a la generación de conocimiento científico, tecnologías y productos, la educación en ciencias se hace relevante. Dentro de la reseña que hace la autora, se resalta que el origen del enfoque CTSA se da en el seno de la crisis de la enseñanza de las ciencias durante los finales de la década de 1980, debido a que los estudiantes no retenían casi nada durante el proceso educativo; de otro lado, señala que la enseñanza no llevada como un proceso interdisciplinario, se hace obsoleta frente a la inundación del medio con grandes tecnologías y el avance del conocimiento e investigación científica.

Catebiel (2003) señala que numerosos trabajos ponen en evidencia que docentes e investigadores tienden a dar por sentada una efectividad superior de la enseñanza contextualizada a partir de un enfoque CTS frente a la enseñanza disciplinar tradicional. La enseñanza tradicional muestra una imagen de ciencia descontextualizada, en la que no se tiene en cuenta sus interacciones con la tecnología y el entorno natural y social en que está inmersa. Esto tiene como consecuencia que la visión de la química y de los científicos que tienen los estudiantes, es distorsionada, alejada del mundo real; lo que puede constituir una de las causas de su actitud negativa hacia su estudio. La autora muestra que al finalizar el año lectivo, los estudiantes, al concluir el desarrollo de los contenidos correspondientes a un curso de química con un enfoque de relaciones CTSA y dentro de un modelo didáctico que promueve el cambio metodológico y actitudinal, consiguen un cambio de concepción de ciencia más real y vinculada con las situaciones cotidianas. De este modo también se observan avances muy positivos de los estudiantes respecto a su actitud en las clases de química.

Chávez T., (2003) señala algunas de las contribuciones del movimiento de educación en CTSA, como ejemplo que abre el campo de la reflexión sobre las ciencias poniéndolas en relación con la producción tecnológica y la dinámica social; valoriza la responsabilización y participación ciudadana en los debates relativos a las ciencias y la tecnología; promueve una dinámica educativa de las ciencias interdisciplinaria y sistémica, y se interesa en promover una visión sistémica, histórica y contextual de las ciencias y de las tecnologías.

Problema

Si se reconoce que la enseñanza tradicional no toma en cuenta las interacciones de la ciencia con la tecnología y con el entorno social y natural en el que los estudiantes están inmersos, resulta que la versión enseñada de las ciencias está un tanto alejada del mundo real; por lo que se hace necesario crear estrategias que superen estas limitaciones y que conlleven a mostrar una imagen de ciencia más acorde al contexto social en el que se encuentran los estudiantes, mediante la integración de la relación CTSA en un entorno educativo que lleve a un proceso de aprendizaje práctico, significativo en donde se le posibilite tanto al profesor como al estudiante ser participe del proceso de construcción y reconstrucción de conceptos mediado por dicha interacción.

De lo anterior surge una pregunta central: ¿Cómo conseguir que fenómenos cotidianos y procesos –industriales- puedan ser llevados, transpuestos o implementados dentro del quehacer académico, para conseguir contextualizar teoría y experimentación, en función de un aprendizaje significativo?

Hipótesis

Se puede conseguir aprendizaje significativo al establecer relaciones evidentes entre la teoría y el trabajo práctico propio de la educación en ciencias y los procesos industriales (relaciones CTSA).

Un proceso industrial es susceptible de ser analizado, para identificar sus principios teóricos y técnicos. El estudio del proceso industrial desde sus referentes teóricos y técnicos permiten relacionar el aspecto teórico, el práctico y el mismo industrial, y sus implicaciones e impactos en la sociedad y el ambiente; este es un caso de las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.

Experimentación y discusión

Inicialmente se puede pensar que este trabajo se fundamenta en un paradigma positivista ya que se empieza a trabajar aparentemente con un aspecto meramente práctico. Más sin embargo, para establecer relaciones entre la teoría y la práctica de laboratorio (a nivel educativo) con el entorno (sociedad, industria, medio ambiente), y en función de hacer significativo el proceso para construir y reconstruir conceptos científicos, es necesario hacer una transposición del proceso industrial. Dicha transposición busca hacer que un proceso que inicialmente se da a grandes escalas y dimensiones, sea viable para el trabajo académico, el cual depende de las condiciones específicas de la comunidad o institución en la que se va a desarrollar.

La fase experimental consiste en adaptar y estandarizar un proceso industrial a las posibles condiciones de laboratorio a nivel educativo. Esto incluye: estandarizar la purificación y preservación de la cepa de *Saccharomyces Cerevisiae*, estandarizar el proceso de producción de biomasa (levadura panificadora), estandarización del proceso de producción de bioetanol, diseñar y materializar los biorreactores para la producción, establecer metodologías de control de calidad.

Paralelo al trabajo de adaptación y estandarización del proceso industrial, se busca identificar los conceptos involucrados con cada etapa del mismo, y establecer niveles de complejidad de cada concepto. Lo que se busca con esto es, poder establecer qué conceptos científicos (de la química, microbiología, biología, física) se pueden aprender al estudiar un proceso como estos, y de acuerdo con los niveles de complejidad establecidos, poder enfocar la metodología a los diferentes niveles educativos.

La diferenciación de niveles de complejidad en un mismo concepto, se hace por cuanto no es lo mismo la profundización que se a estudiantes de los diferentes niveles. Entonces, no es lo mismo el nivel de profundidad sobre la Teoría Celular que tiene un estudiante de 9 años de edad y en el nivel primario, a la profundidad conceptual que tiene un estudiante universitario que finalmente alcanzará un título de biólogo; aún cuando se trata de la misma temática y los mismos conceptos.

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional, ha establecido unos lineamientos curriculares en los que se demarcan contenidos específicos y estándares de calidad para los niveles educativos, básico (primario y secundario) y medio; de igual manera, ha establecido estándares mínimos de calidad para el nivel superior. Estos lineamientos y estándares especifican *lo mínimo que el estudiante debe saber y ser capaz de hacer (...)* es una descripción de lo que el estudiante debe lograr en una determinada área, grado o nivel. (...) trata de orientar los contenidos de la enseñanza y establecer cuáles son esos mínimos conocimientos y destrezas que cada niño debe aprender en su respectivo grado. Desde esta perspectiva, se tiene un punto de partida para establecer hasta qué nivel de complejidad se llega con cada uno de los conceptos y temáticas determinadas en cada fase del proceso de producción de biomasa y bioetanol, en cada nivel educativo.

Comentarios finales

Dando trascendencia al sistema del aula, y para sacarlo de una visión reduccionista, se debe tener en cuenta que el mundo actual exige que las personas que terminen un proceso educativo, posean manejo de unos conocimientos (en términos de alfabetización científica y tecnológica), posean actitudes y valores que permitan innovar, para poderse desenvolver en una sociedad que se encuentra en una revolución sociocultural basada en ciencia y tecnología. En tanto, los conocimientos científicos que forman parte de la cultura humana y que son adquiridos en el ambiente educativo, no pueden ser aprendidos sin conocer el contexto y las implicaciones en la cuales se desarrollaron, no pueden ser una simple unión de ideas que carezca de la representación o ilustración de los nexos fundamentales para el desarrollo de un saber científico.

Si se considera el trabajo experimental como un ambiente en el que no se propicie el repeticionismo y exhibicionismo conceptual y teórico, se puede acercar más al estudiante a la comprensión de conocimientos específicos y de su mismo entorno.

Bibliografía

CATEBIEL (2003) Enseñanza de la química con un enfoque CTS: su vinculación con el cambio actitudinal de los estudiantes. *Tecné Episteme y Didaxis TEΔ*, Número extra 1º Congreso Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

CATEBIEL y CORCHUELO (2005) La formación del profesor investigador durante el estudio de los problemas socialmente relevantes: una mirada desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad, CTS.

CHÁVEZ, T., (2003) El lugar de la ciencia y de la tecnología en la cultura occidental y su relación con la educación en ciencias y en tecnología: aportes y límites del movimiento de educación en “ciencia, tecnología y sociedad (CTS) y una visión hacia el futuro. *Tecné Episteme y Didaxis TEΔ*, Número extra 1º Congreso Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, Estándares curriculares, un compromiso con la excelencia [en línea]. [Colombia], 2002 [consultado noviembre de 2005]. Disponible en World Wide Web <http://www.mineduccion.gov.co/1621/article-87872.html> y <http://www.mineduccion.gov.co/1621/article-87317.html>

CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS DESDE LA RELACIÓN TEÓRICO-PRÁCTICA EN EL AULA Y LOS PROCESOS INDUSTRIALES: PROPUESTA DE HERRAMIENTA DIDÁCTICA

G. García Contreras^a, J. Tovar Gálvez^a y M. Saavedra Alemán^b

^a Corporación Conciencia Global. ^b Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Colombia. martha_saavedra73@yahoo.com

Resumen

El proyecto consiste en llegar a la formulación de una metodología que permita la construcción y reconstrucción de conceptos en ciencias, de manera significativa, integrando el trabajo teórico-práctico del aula (ciencia escolar) con los procesos industriales.

La propuesta metodológica que a través de este trabajo se desarrollará, se fundamentará en la propuesta para construcción de conceptos desde el estudio de procesos, hecha por Ladino O, Y. y Tovar G, J. C. (2005). La propuesta hecha por los autores diferencia tres etapas que permiten que el estudiante desarrolle actividades que le aproximen al trabajo investigativo, que incluyan prácticas de laboratorio como fase experimental de su investigación (aceptando la validez de establecer un paralelo entre la ciencia escolar y el trabajo científico propiamente dicho) y que le permitan evaluar constantemente su evolución o cambio conceptual.

Para tal objetivo, y desde los fundamentos mencionados, se establecerá una metodología general que integre el trabajo académico con el trabajo industrial. Seguido, y de acuerdo con el nivel educativo, se dirigirá la metodología a la construcción de conceptos científicos por niveles de complejidad.

Finalmente, como herramienta didáctica, se editará una cartilla-guía con la metodología de integración teoría-práctica, en el contexto de un proceso industrial (para este caso, se trabajará alrededor de la producción de levadura y bioetanol), fundamentada en la metodología descrita.

Como resultados se espera que la cartilla-guía permita que el estudiante se enfoque a ciertos conceptos y a determinado grado de complejidad, de acuerdo a su nivel educativo. Metodológicamente, el estudiante será guiado por actividades precedentes al trabajo de laboratorio para lograr la identificación y evaluación de conceptos previos de microbiología, para la fundamentación teórica en función de la construcción de estructuras cognitivas iniciales y para la planeación; además será guiado por protocolos de ejecución de procesos estandarizados, y por actividades pos laboratorio para evaluación de cambio conceptual y reconstrucción final de conceptos en microbiología industrial.

Abstract

The project looks for to establish direct relations between the theoretical work I practice of the classroom (scholastic science) and the industrial processes. This case of relations between science, the technology and the education in sciences (STSE), looks for to make one more a construction more significant of scientific concepts.

In order to develop a methodology of this nature it is necessary to transpose an industrial process to the work in the classroom; for this case, it will be to make bread leavening production and bio-ethanol. The transposition begins with a phase of analysis at empirical level that consists of standardizing the processes involved in the leavening production *Saccharomyces Cerevisiae* and bio-ethanol (purification of the stock, production of biomass, design and materialization of

bioreactors and methodologies of quality control) at level of scholastic laboratory. As results are hoped to establish levels of complexity for the established concepts in such a way that, of progressive form, it is contributed to the formation of individuals with specific conceptual structures, that have the capacity to interpret their surroundings from these same saberes and which they make decisions and they solve problems through the formulation of strategies that involve the knowledge in biotechnology.

Introducción

La búsqueda de una educación en ciencias que sea coherente con el mismo desarrollo y dinámica de las ciencias, ha venido generando propuestas metodológicas que permiten relacionar los principios teóricos y prácticos habituales del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, con el entorno social, político, económico y ambiental. De esta manera, se busca establecer metodologías de construcción y reconstrucción conceptual, que estén apoyadas en procesos con enfoque investigativo y considerando que el trabajo en los laboratorios dedicados al aprendizaje y los materiales didácticos relacionados (como guías de laboratorio, talleres, matrices de trabajo, metodologías de construcción de informes, etc.) cumplen con las funciones que cumple la dimensión experimental del quehacer científico (Martínez y Molina, 2005). Considerando este paralelo entre el trabajo teórico-práctico propio de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, y el mismo proceso de la ciencia; es posible que se consiga contextualizar el saber científico con el entorno tecnológico, social y el ambiente.

Objetivo general

Desarrollar un instrumento didáctico, a partir de una metodología que permita integrar el trabajo teórico-práctico del aula (de la educación en ciencias) y los procesos industriales, con un enfoque investigativo.

Objetivos específicos

- Diseñar una propuesta metodológica general que integre el trabajo teórico-práctico, en el contexto de un proceso industrial, con una aproximación al trabajo investigativo.
- Editar una guía-cartilla con la metodología de integración teoría-práctica y el proceso de producción de levadura y bioetanol, que sea acorde con niveles de complejidad conceptual y niveles educativos.

Desarrollo

Estado del Arte:

Desde el paradigma de aprendizaje significativo de Ausubel (1997) y la psicología cognitiva, se han desarrollado numerosas investigaciones desde las cuales se ha rescatado la necesidad de realizar un proyecto de aula en el cual el profesor dirija el proceso de aprendizaje de los estudiantes, a partir de la identificación de sus estructuras conceptuales y cognitivas. Dicha metodología se ha enfocado a conocer las ideas previas y alternativas del estudiante, para poder crear mecanismos de trabajo en torno a la construcción y/o reconstrucción de conceptos, y así conseguir en ellos un aprendizaje real y significativo de los diferentes modelos o teorías científicas (Díaz, F., y Hernández, G., 1999; Rodríguez, M., 2004). En la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales, desde las elaboraciones epistemológicas de Popper, Kuhn y Lakatos (Gallego y Pérez, 2003), se ha podido concebir el aprendizaje como un cambio o una reconstrucción conceptual, actitudinal y metodológico, permitiendo dejar de lado cada vez más el aprendizaje mecanicista centrado en la memorización.

Gil, D. y Valdés, P. (1996), han puesto hincapié en torno a la problemática de las prácticas de laboratorio que solo se centran en el repeticionismo y exhibicionismo conceptual y teórico. Conseguir que se genere un ambiente práctico que permita aprendizaje significativo, ha llevado a considerar la eficacia de la metodología y los aportes que pueden ofrecer las herramientas didácticas asociadas (guías de laboratorio, talleres, matrices de trabajo, metodologías de construcción de informes, etc.).

Varios aportes del paradigma del aprendizaje por investigación han permitido avanzar en el conseguir que el trabajo de laboratorio de la enseñanza en ciencias, se aproxime al proceso investigativo científico; aludiendo a las visiones epistemológicas constructivistas (Gallego y Pérez, 2003; Farías y Molina, 2005). Los aportes del movimiento ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA), han permitido resaltar las relaciones entre los referentes teóricos de la ciencia con su contexto histórico, permitiendo hacer más significativa la enseñanza de las ciencias. Otros aportes proponen concebir el trabajo experimental como parte de un proyecto investigativo, pero incluyendo los principios del aprendizaje significativo al establecer estrategias de aprendizaje fundamentadas en la cognición del estudiante (Ladino y Tovar 2005a).

Problema

Uno de los problemas de la didáctica de las ciencias es conseguir construcción y reconstrucción de los conceptos de manera significativa, es decir, que se parta de las estructuras mentales que posee el individuo. La búsqueda de esta significancia sugiere partir con el proceso de enseñanza desde los saberes previos del educando, de lo que le rodea y desde los contextos sociales.

A nivel del trabajo práctico, se encuentra otra problemática en torno a la metodología con que se trabaja en el laboratorio (ejecución de órdenes consignadas en protocolos) y la dificultad con que se encuentran los estudiantes para interpretar guías de trabajo (Insausti, M. 1997). Este panorama muestra que el trabajo en el laboratorio no es muy efectivo para el logro de un aprendizaje significativo, por cuanto no manifiesta la aplicación del aspecto teórico, al igual que la simple exposición de conceptos en un aula de clases. Finalmente, esto lleva a reconsiderar la utilidad o carácter de indispensable de las prácticas de laboratorio para la enseñanza de las ciencias (Barberá, O., Valdés, P., 1996). Con la enseñanza tradicional que no toma en cuenta las interacciones de la ciencia con la tecnología y con el entorno social y natural en el que los estudiantes están inmersos, la versión enseñada de las ciencias está alejada del mundo real; por lo que se hace necesario crear estrategias que conlleven a ver la ciencia en su contexto social y que propicien un entorno educativo que lleve a un proceso de aprendizaje práctico y significativo.

Para el presente proyecto, se plantean como directrices las siguientes preguntas: ¿Cómo contextualizar y favorecer el desarrollo del saber científico a través de estrategias didácticas que involucren el trabajo experimental de manera significativa?, ¿Cómo la contextualización de este saber científico, podría ser funcional para el desarrollo de actitudes favorables para el aprendizaje y en términos de obtener bienes y servicios?

Hipótesis

A través del trabajo de laboratorio, concebido como el paralelo empírico del quehacer educativo frente al trabajo práctico científico, y contextualizado dentro de una serie de actividades que le aproximan a procesos investigativos y que tengan en cuenta los procesos cognoscitivos del educando; éste último puede construir y reconstruir conceptos científicos de manera significativa.

La significancia puede conseguirse al orientar la metodología del proceso, hacia el establecimiento de relaciones evidentes entre la teoría y el trabajo práctico propio de la educación en ciencias y de procesos industriales reales (un caso de las relaciones CTSA).

La metodología que conduce dichas actividades (propuesta didáctica), puede ser planteada en una cartilla-guía que gira en torno al desarrollo de un proceso industrial.

Metodología y discusión

Para proponer actividades a través de un desarrollo metodológico que consigan establecer relaciones entre la teoría y la práctica de laboratorio (a nivel educativo) con el entorno (sociedad, industria, medio ambiente), en función de hacer significativo el proceso para construir y reconstruir conceptos científicos; se busca relacionar los fundamentos que ha propuesto la comunidad de especialistas en torno al aprendizaje por investigación, el alto grado de significancia que se consigue al involucrar el saber científico con el contexto social y ambiental (relaciones CTSA), y algunos de los fundamentos de la cognición.

La primera fase que se está llevando a cabo, es la determinación y caracterización de tres momentos generales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ladino y Tovar (2005a) proponen momentos pre-laboratorio, en los que se busca que el estudiante construya referentes teóricos frente a una problemática planteada en un contexto de un proceso químico; dichos momentos incluyen una etapa de planificación por parte del estudiante de su plan metodológico investigativo. Los momentos consecuentes, según los autores, son los de implementación de la etapa práctica (de laboratorio) de la investigación de los estudiantes; los momentos pos-laboratorio giran en torno a la evaluación del proceso de fundamentación, formulación metodológica y de construcción conceptual, además del análisis del trabajo práctico en sí mismo.

Desde lo que se ha planteado, se tiene en cuenta estos momentos referenciados: en el primero, se tendrá en cuenta los fundamentos de la teoría ausubeliana, lo que lleva a la evaluación de las estructuras conceptuales y cognitivas ya existentes del estudiante; se ha incluido un componente que permita desarrollar algunas habilidades metacognitivas, y se involucrarán principios que le permitan al estudiante identificar un problema, formular hipótesis y establecer estrategias de solución a dicho problema. En el segundo momento, se establecerán directrices que incluyen la etapa experimental (para este caso la producción de biomasa y bioetanol) y la identificación de los conceptos científicos que en su ejercicio se pueden desarrollar; además de las actividades complementarias determinadas por la solución del problema. Finalmente, en el tercer momento de la metodología, se continuará con la aplicación de los fundamentos del aprendizaje por investigación en el que se busca que el estudiante desarrolle procesos de análisis de su trabajo investigativo, de definición de conclusiones y de divulgación; el aspecto metacognitivo involucrado le permitirá al estudiante evaluar su posible cambio conceptual, sus estrategias de solución de problemas, y le dará herramientas para que reflexione sobre la reformulación de sus estrategias.

Este proyecto, como continuación del proyecto titulado *Construcción de conceptos científicos desde la relación teórico-práctica en el aula y los procesos industriales: transposición de un proceso industrial al trabajo del aula* (desarrollado por integrantes de este mismo grupo de investigación - Lara R., Ospina Ch., Ospina P., y Saavedra A.-), se retomará los conceptos y niveles de complejidad conceptual identificados y establecidos en cada etapa del proceso de producción de biomasa y bioetanol; esto con el fin de tener una herramienta didáctica general, que se pueda dirigir de manera específica a diferentes niveles educativos.

Comentarios finales

El que estudiantes y docentes aborden problemas relevantes de manera integradora, contemplando un contexto social y ambiental, permite que promueven la integración de comunidades de cooperación, desarrollar la creatividad y sobre todo, que desde la academia se contribuya a la solución de problemas sociales. Estas características de la educación en ciencias fundamentada en relaciones CTSA, además de contextualizar el saber científico, aproxima al trabajo escolar al trabajo investigativo.

Además de generar estrategias de aprendizaje que sean coherentes con la naturaleza de la ciencia y de la sociedad y ambiente en que está inmersa, se debe buscar que las mismas sean coherentes con los principios del aprendizaje significativo, contemplando el estado inicial de las estructuras mentales del estudiante, su evolución y las posibilidades para que el estudiante adquiera autonomía en estos procesos.

Bibliografía

- AUSUBEL, D. P. Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México. Ed. Trillas. 1997.
- BARBERÁ, O., y VALDÉS, P. (1996). El Trabajo Práctico en la Enseñanza de las Ciencias: Una Revisión. Enseñanza de las Ciencias, Vol., 14, n° 3, pp. 365-379.
- DÍAZ, F. G., HERNÁNDEZ, H. M., HIGUERA DE, R. I., MUÑOZ, C. A., RUBIO DE, R. L., SÁNCHEZ, A. M., VARGAS, LL. M. (1999) *Análisis Microbiológico de Alimentos (Manual de Procedimientos)*, Imprenta del INS (Min. Salud), 2ª Ed., Bogotá-Colombia.
- FARÍAS y MOLINA (2005) Conocimiento de la importancia del trabajo experimental en la enseñanza de la química en la educación secundaria. *Tecné Episteme y Didaxis TEΔ*, Número extra 2º Congreso Sobre Formación de Profesores de Ciencias.
- GALLEGO y PÉREZ (2003) El problema del cambio en las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C.
- GIL P., D., y VALDES C., P. (1996). La Orientación de las Prácticas de Laboratorio como Investigación: Un ejemplo Ilustrativo. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 14, n° 2, pp. 155-163.
- INSAUSTI, M. J. (1997). Análisis de los Trabajos Prácticos de Química General en un Primer Curso de Universidad. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 15, n° 1, pp. 123-130.
- LADINO, Y., y TOVAR GÁLVEZ J., C (2005) Construcción de Conceptos Alrededor de Procesos Químicos: Una Propuesta Metodológica De Laboratorio Como Investigación. *Tecné Episteme y Didaxis TEΔ*, Número extra 2º Congreso Sobre Formación de Profesores de Ciencias.
- MARTÍNEZ, MOLINA y VILLAMIL (2005) Aproximación del trabajo experimental a la enseñanza por investigación. *Tecné Episteme y Didaxis TEΔ*, Número extra 2º Congreso Sobre Formación de Profesores de Ciencias
- RAMÍREZ Q., y TUAY S., (2005). El Modelo de Enseñanza por Investigación: un análisis lakatosiano. *Tecné Episteme y Didaxis TEΔ*, Número extra 2º Congreso Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

DIAGNÓSTICO PARA LA MODIFICACIÓN DE PLANES DE ESTUDIO DE LAS CARRERAS DE QUÍMICA DE LA FACEN. UNCA.

V. Quiroga, A. Filippin y L. de la Quintana

Comisión Curricular. Departamento Química. Facultad de Cs. Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca (C.P. 4700). Argentina. vquiroga@arnet.com.ar,
anafili@arnet.com.ar

Resumen

Los reajustes de los Planes del Técnico Químico Universitario (1997), Profesorado en Química (1999) y Licenciatura en Química (1997) introducidos en el año 2002 permitieron detectar inconvenientes en su estructura e implementación, surgiendo la necesidad de realizar cambios.

En el marco del Programa de Transformación Curricular (PTC) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEyN) UNCa, puesto en marcha en el año 2003, la Comisión Curricular del Departamento Química realizó un diagnóstico y análisis de los Diseños Curriculares empleando distintos instrumentos y fuentes de datos que sirvieron de base para la elaboración de la modificación de los planes.

Del análisis de los informes y documentos surgen como debilidades generales, la presencia de las asignaturas fijas Inglés y Computación en los primeros años, restando carga horaria y espacio físico a las materias específicas y el dictado de Química General en un cuatrimestre, siendo insuficiente por su extensión e importancia. Como fortalezas se puede señalar el recurso humano profesional, marco teórico de las materias ajustadas al nivel de otras universidades y la existencia de condiciones para el establecimiento de un Ciclo Básico Común para las tres carreras.

Se analizó el contexto de la titulación, propuesta de los posibles cambios estructurales y funcionales, como así también el análisis de la estructura de los Planes de Estudios. A partir de ello se detectaron vacíos en las diferentes áreas del conocimiento de las carreras que debían ser subsanados agregando nuevos espacios curriculares que colaboren en la formación disciplinar integral del futuro profesional.

Diagnosis for the curriculum modification in the career of chemistry of the FACEyN. UNCa

Abstract

Readjustments of the curricula in Chemical University Technician (1997), Professorship in Chemistry (1999) and Licentiate in Chemistry (1997) that were introduced in 2002 were useful to detect inconveniences on its structure and implementation. It arises then the need to introduce changes. In the frame of the Curricular Transformation Program (CTP) of the school of Exact and Natural Sciences (FACEyN) UNCa, that have worked since 2003, the Curricular Board of the Department of chemistry made a diagnosis and analysis of the Curriculum designs, using different instruments and data from many sources which served as a base to elaborate the changes on plans. Having being finished the analysis of reports and documents. It arises on their overall weaknesses, the presence of English and Computation as fixed subject in the first years, which reduce time and space to the specific subject and to the teaching of General Chemistry I in a mid-term period, resulting insufficient due to its extension and importance. As positive aspects, it can be pointed out the professional human resource, the theoretical frame of the subjects which are adjusted to the

level of other universities, and the existence of conditions for the settlement of Basic Common Cycle for the three careers. It as analyzed the context of the degrees in the career, possible structural and functional changes, and also the analysis of the curriculum structure. From this, an emptiness was detected in the different fields of knowledge of the careers which must be solved by adding new curricula spaces that help the whole formation on the subject of the future professional.

Key words: university, curriculum modification, plans of study, careers chemistry.

Introducción

Los tiempos actuales nos conducen a reflexionar sobre la necesidad de buscar nuevas opciones curriculares, autoevaluar, transformar los programas de nuestras instituciones educativas, cualquiera sea su nivel y carácter, como así también acreditar sus procesos de formación, investigación, extensión y docencia.

Las nuevas opciones de búsqueda, contextualizadas en distintas direcciones, permitieron orientar de diferentes formas la investigación curricular: el análisis de la problemática educativa en las instituciones formales, la autonomía de los centros educativos, la necesidad de encontrar calidad y excelencia en sus ofertas, la acreditación de las mismas y de sus programas académicos, la consolidación de los proyectos educativos institucionales, las nuevas estructuras académico-administrativas, las nuevas tendencias pedagógicas, las tecnologías de punta, el desarrollo científico, las nuevas concepciones sobre la pedagogía, la didáctica, el currículo, la evaluación, son algunos de los contextos a tener en cuenta para realizar aproximaciones curriculares actualizadas y mejorar la calidad de los procesos de autoevaluación, autorregulación y acreditación institucional.

Los cambios de modelos y diseños curriculares tradicionales se fundamentan en las nuevas propuestas de gestión curricular, las cuales son divergentes con la formación enciclopedista superficial y descontextualizada de la realidad nacional e internacional. En este marco, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), a través de su Programa de Transformación Curricular (PTC) se abocó a la tarea de análisis, diagnóstico y reformulación de los diseños curriculares (DC) vigentes, según el Plan de Gobierno 2003-2007, de lo cual surgieron los actuales planes que se implementaron a partir del año 2005. La comisión curricular (CC) del Departamento Química (DQ) tuvo a su cargo el análisis de las titulaciones para Técnico Químico Universitario, Profesorado en Química y Licenciatura en Química.

Objetivo

Este trabajo tiene como objetivo socializar los criterios de evaluación y puntos de análisis que se usaron para construir un diagnóstico que refleje la situación actual sobre las estructuras de los planes de estudio y funcionamiento de las carreras del DQ, atendiendo al contexto en que se desarrollan y que sirvió de base para la modificatoria de los planes.

Desarrollo

La CC del DQ de la FCEyN, UNCa trabajó analizando los planes de estudio de las carreras de grado Licenciatura en Química (plan 1997, modificatoria 201/97 - 082/02), Profesorado en Química (plan 1999, modificatoria 082/02) y de pregrado Técnico Químico Universitario (plan 1997, modificatoria 082/02).

Los criterios que se tuvieron en cuenta para la construcción de los instrumentos y la selección de las fuentes fueron: colaboración inter-cátedra, análisis de programas de estudio, asistencia a reuniones de departamento, cumplimiento en la presentación de documentación, cumplimiento con el cronograma académico, colaboración con la promoción de las carreras, articulación investigación

– docencia, participación en proyectos interdisciplinarios, participación en actividades de extensión (dictado de cursos, servicios de análisis, asesoramiento técnico-científico, evaluaciones de trabajos científicos, etc.), capacitación continua, auto evaluación con respecto al desempeño de la cátedra según la perspectiva del alumno.

Entre los puntos de análisis para cada una de las titulaciones se consideró el grado de implicaciones o compromiso institucional de la comunidad educativa del departamento con la titulación, el contexto general de la Universidad, su demanda, estructura académica y las relaciones externas. Se examinaron y valoraron los objetivos de los planes vigentes en relación a los de la unidad académica y de la universidad, su adecuación al perfil que demanda el mercado laboral, el grado de viabilidad, como así también los procedimientos establecidos para el seguimiento y revisión de los mismos.

Resultados

Del análisis de la información surgen las siguientes debilidades generales:

- Cátedras con un docente para el desarrollo teórico y práctico.
- Bajo número de egresados y prolongación de los años de estudio.
- Cursado simultáneo de más de una carrera.
- Materias muy extensas para el régimen cuatrimestral.
- Falta de incorporación de nuevas tecnologías informáticas en el desarrollo de las cátedras. * Régimen de correlatividades a veces inadecuado.
- Existencia de condicionalidad que habilita al alumno cursar materias sin cumplir con las correlativas del plan (avance ficticio en la carrera).
- La presencia de las asignaturas Inglés y Computación le restan carga horaria y espacio físico a materias específicas.
- Escasa infraestructura y equipamiento inadecuado e insuficiente.
- El dictado cuatrimestral de Química General no es coherente con la extensión de la misma.
- Ausencia, en la currícula, de prácticas profesionales en entidades Públicas y/o Privadas.
- Ausencia de Química Ambiental, en las carreras Licenciatura y Técnico Químico, Toxicología, Química Legal, Microbiología, Tecnología de los Alimentos.
- Planes de Estudio (PE) que no responden a las necesidades regionales por que en su currícula faltan asignaturas orientadas, por ejemplo a la minería, a las agroindustrias, a los servicios públicos, etc. En el profesorado hay demasiadas materias pedagógicas en los primeros años y faltan prácticas de laboratorio.
- Se discrimina el nivel académico que se da al técnico estructurando programas con menor peso en lo disciplinar que lo que se enseña a profesores y licenciados.

Como fortalezas se destacan, en general en las tres carreras,

- Un elevado porcentaje de docentes que articulan investigación-docencia, participan en proyectos interdisciplinarios, en actividades de extensión, se capacitan continuamente, cumplen con la presentación de documentación y el desarrollo del cronograma académico y que tienen formación de posgrado.
- Marco teórico de las materias troncales ajustadas al nivel de otras universidades.
- Bibliografía actualizada.
- Existencia de condiciones suficientes para establecer un ciclo básico común en 1er Año y 2do Año de las tres carreras del DQ.

La existencia de las titulaciones del DQ tiene difusión en todo el ámbito universitario, aunque las asignaturas del Área Química de las otras Facultades de la UNCa no están a cargo de los Químicos de la FCEyN y algunas asignaturas del Área están dictadas por profesionales con otra formación disciplinar.

Las titulaciones se ven condicionadas por el contexto socio-económico, una gran mayoría de los estudiantes debe simultáneamente trabajar y estudiar, lo que retarda el avance en la carrera.

Se carece de estudios y datos prospectivos de demanda y de nivel de empleo de los graduados del DQ, pero se sabe que la mayor fuente de empleo es la docencia, un menor porcentaje hace docencia e investigación y en menor proporción simultáneamente docencia, investigación y tareas administrativas. Dado a que la docencia es una salida laboral inmediata, no se requiere un estudio exhaustivo de la oferta laboral para justificar la continuidad del profesorado.

Analizando las relaciones de intercambio y colaboración que mantiene la FCEyN con organismos y universidades con titulaciones idénticas o similares u organismos de su entorno, se advierte que existe una tendencia a crecer en las relaciones interinstitucionales, contribuyendo al fortalecimiento e inserción de las carreras en el medio, difundiendo y reconociendo las titulaciones.

En cuanto a la estructura de los PE, los perfiles de formación adoptados superan ampliamente a los objetivos y metas plasmados en los DC, son coherentes con los alcances e incumbencias de las titulaciones pero, tal como están estructurados, no garantizan que el egresado obtenga el perfil deseado. En cuanto a su coherencia interna se advierte que algunas asignaturas en las grillas no guardan la debida ubicación, por ejemplo, Química Orgánica II se dicta en forma paralela a Química Biológica, debiendo estar antes Química Orgánica II. Otro ejemplo es el caso de las Químicas Analíticas, la Quimiometría y la Metodología de la Investigación, debiendo dictarse primero las Químicas Analíticas, luego la Metodología y la Quimiometría. No existen itinerarios de pregrado y grado, en las titulaciones. Las carreras están estructuradas independientemente, no obstante se contempla la posibilidad de equivalencias de asignaturas para permitir la movilidad de una carrera a otra. Se observa una distribución equilibrada en cuanto a la cantidad de asignaturas y carga horaria por cuatrimestre y por año. Los planes son factibles en el tiempo previsto, aunque en la Licenciatura, el Trabajo Final requiere más de un año para su ejecución y presentación dado que demanda recursos e infraestructura no siempre disponibles.

Las prácticas que se desarrollan dentro de cada asignatura, si bien son muy importantes y necesarias, no resultan suficientes por cuanto cubren parcialmente lo declamado en los perfiles profesionales y en los alcances e incumbencias de las titulaciones. En los PE no se discriminan las posibles prácticas ni el grado de distribución de las mismas, a excepción del Profesorado en Química que cuenta con las prácticas docentes. Los docentes procuran equilibrar las horas de teoría y práctica. No obstante se advierte un gran vacío en las prácticas profesionales en licenciados y técnicos, no contemplándose asignaturas que garanticen un egresado que responda a las demandas locales y regionales. Su formación es muy general.

De acuerdo a lo que reflejan los contenidos mínimos existen avances científicos técnicos no incluidos, sin embargo los contenidos de los programas analíticos sí los incluyen y se actualizan periódicamente con bibliografía de vanguardia. Por otro lado el acceso a internet, a través de páginas de otras universidades nacionales y extranjeras, permite comparar los criterios de selección, secuenciación y adecuación de contenidos en la elaboración de los programas. Todo esto sin perder de vista los contenidos mínimos de los planes. Es un criterio frecuente, para la reformulación de los programas, las dificultades, falencias, potencialidades y necesidades observadas por el docente en el desempeño de los alumnos.

Existe planificación del período de docencia con la previsión del horario semanal para la misma, conformación de mesas de exámenes mensuales, distribución de espacios físicos y recursos según el número de alumnos. Este último aspecto es el más difícil de planificar por la escasez de los mismos. Se cuenta con normas académicas que orientan la planificación de la enseñanza y que generalmente se respetan.

Es de destacar: la voluntad institucional para mejorar la realidad académica, la gran participación de los alumnos en grupos de investigación constituidos, la existencia de eventos científicos de nivel nacional e internacional en el ámbito de la FACEyN y de la UNCa., la relación docente-alumno que se caracteriza por un fluido intercambio, los grupos de investigación constituidos en relación a las actividades de las cátedras y las carreras de postgrado y revista científica con referato con que cuenta la FACEyN.

Propuestas de mejora

De acuerdo a las debilidades advertidas se considera necesario ajustar los planes de estudio de modo que se contemplen espacios para el desarrollo de nuevos contenidos y capacidades en función de las demandas de la región.

La formación en las materias troncales comunes debe guardar el mismo nivel académico para las tres titulaciones. Esto se vería facilitado con la implementación de un Ciclo Básico Común para las tres Carreras del departamento, en consonancia con el trabajo por Área, optimizaría el uso del espacio físico y los recursos existentes y permitiría la movilidad de los alumnos dentro de la institución y a otras instituciones educativas. Se precisa revisar el régimen de correlatividades y eliminar la condicionalidad. Para mejorar el marco contextual en el que se insertan las titulaciones se proponen cambios tanto de carácter estructural como de funcionamiento. Incorporar el carácter semipresencial para el cursado de asignaturas en el ciclo superior. En cuanto a los perfiles de los egresados se deberían definir teniendo en cuenta el desarrollo agropecuario, minero e industrial de la Provincia, para lo cual la incorporación de materias optativas permitiría la adaptación y flexibilización del Currículo.

Sería conveniente la creación de centros de Investigación y Desarrollo como unidades operativas en campos estimados relevantes y prioritarios dedicados a estudios intensivos, investigación especializada, producción de propuestas y transferencia de resultados, también la inclusión, en la página web de la Facultad, de una bolsa de trabajo que exhiba la oferta y demanda de profesionales de las distintas titulaciones, la instauración de regímenes de pasantías, becas rentadas y convenios institucionales tendientes a facilitar el acceso laboral.

Para resolver el problema de Química General, que es cuatrimestral y muy extensa, se considera pertinente otorgarle mayor carga horaria y dividirla en Química General I (1er Cuatrimestre 1er Año) y Química General II (2do Cuatrimestre 1er Año).

En cuanto a Computación e Inglés la propuesta consiste en eliminarlas de las grillas y exigir exámenes de suficiencia. Sería conveniente que la facultad ofreciera cursos gratuitos tales como: Computación Nivel I: Word .Excel .Internet. Computación Nivel II: Simulación. Paquetes estadísticos. Soft Específicos. Inglés Nivel I: Traducción y comprensión de textos de Química. Inglés Nivel II: Producción de Textos de Química en Inglés. La oferta debería ser permanente con cursos intensivos en ambos semestres lo que facilitaría su cursado y aprobación.

Fuentes documentales consultadas

Estatuto de la UNCa, Septiembre de 2003.

Programa de Gobierno FACEN 2003-2007. Catamarca, primavera 2003.

Diseños Curriculares aprobados por Resolución del CS de la UNCa. 0031/97, 024/98 modificatoria 201/97 082/02 y Resolución del CS de la UNCa 0007/97 modificatoria 082/02 .

Actas de reuniones del Departamento Química.

Resultados de proyectos de investigación del Programa de Calidad y Mejora de la FACEyN.

LOS CONTENIDOS DE QUÍMICA EN LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA EDUCACIONAL DE LA PROVINCIA DE CHUBUT

Luz Arancibia, Lucía Lladser y Cristina Hajek

Colegio Universitario Patagónico. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
(9000) Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina luz@unpata.edu.ar

Resumen

La ley federal de educación, 24195, promulgada en el año 1993, establece un diseño estructural para la educación argentina que comprende los siguientes niveles:

Educación inicial: comprende un ciclo obligatorio de un año de duración.

Educación general básica: comprende tres ciclos: EGB1, EGB2, EGB3. Los contenidos básicos comunes dispuestos por la ley incluyen a la disciplina química inmersa en el área de ciencias naturales.

Educación polimodal: comprende cinco modalidades: Comunicación, Arte y Diseño, Humanidades y Ciencias Sociales, Economía y Gestión de las organizaciones, Producción de bienes y servicios, Ciencias naturales.

Los contenidos básicos orientados incluyen al área de química, en la modalidad de ciencias naturales, en dos aspectos: Química I, en la que se desarrollan los siguientes contenidos: tabla periódica, configuración electrónica, número de oxidación, óxido reducción y termoquímica. Química II, en la cual se retoman aspectos de las moléculas orgánicas y de las ciencias de la tierra, tales como cristalografía.

Educación superior: incluye: Carreras de profesorado, universitarios y no universitarios, Carreras de tecnicaturas y de licenciaturas.

El presente trabajo busca descubrir la presencia de nuestra disciplina en el diseño curricular de la estructura educacional de la provincia del Chubut.

Objetivo: El presente trabajo busca descubrir la presencia de saberes propios de la Química en el diseño curricular de la estructura educacional de la provincia del Chubut.

Introducción

La química es una ciencia eminentemente experimental, que se manifiesta en tres niveles: la observación mediante los sentidos, las representaciones mediante símbolos y ecuaciones y la interpretación mediante explicaciones y teorías.

En su abordaje, es necesario, por lo tanto conocer ambos mundos: el macroscópico donde lo observado es ponderable y el microscópico que nos permite interrogarnos y explicar las propiedades de la materia a través de las unidades fundamentales que la conforman (átomos y moléculas).

En este trabajo se describe un detalle de la presencia de contenidos de química en el diseño educativo de la provincia del Chubut, con la finalidad de facilitar a los docentes de las carreras de Educación Superior el conocimiento acerca de los contenidos previos que los alumnos traen.

Fundamentación

La ley federal de educación, 24195, promulgada en el año 1993, establece un diseño estructural para la educación argentina que comprende los siguientes niveles:

EDUCACION INICIAL: considerando obligatorio iniciar la escolaridad a partir de los 5 años. En los CBC del Nivel Inicial, el ambiente se describe como un conjunto de factores y sucesos de diversa índole en el cual se desenvuelven los niños, en él se crean y se construyen sus conocimientos cotidianos.

La propuesta para el nivel inicial les propone convertir esas experiencias cotidianas en objetos de conocimiento, estableciendo nuevos significados, cuestionando sus ideas, las que, aunque muchas veces erróneas, corresponden a su edad y son pasos necesarios para ir acercándose a un mayor conocimiento del mundo real.

EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA: la misma comprende tres ciclos: EGB1, EGB2, EGB3.

Los contenidos básicos comunes dispuestos por **EL CONSEJO FEDERAL DE EDUCACION** incluyen a la disciplina química inmersa en el área de ciencias naturales.

La disciplina aparece en el primer y segundo ciclo, EGB1 y EGB2 sin carácter disciplinar, como una primera experiencia con el mundo de las ciencias, su descubrimiento e interacción con las observaciones más comunes de la naturaleza. que nos rodea.

La secuenciación de los contenidos conceptuales en el EGB3, que incluye 7, 8 y 9 año, presenta el estudio de los siguientes temas:

- **contenidos de séptimo año:** el agua, el aire, propiedades macroscópicas, la materia y sus propiedades macroscópicas como masa, densidad, conductividad térmica.

- **contenidos de octavo año:** modelo atómico, electrones y núcleos, propiedades eléctricas de la materia. Iones y moléculas. simbología, tabla periódica. compuestos orgánicos: macromoléculas, alcoholes, hidratos de carbono.

- **contenidos de noveno año:** materiales inorgánicos y orgánicos naturales, artificiales y especiales. Iones, moléculas neutras, macromoléculas. soluciones ácidas y alcalinas. pH. Electrólisis del agua. Funciones orgánicas: alcoholes, ácidos, aminas, hidratos de carbono, lípidos y proteínas. Moléculas complejas: hemoglobina, clorofila, enzimas.

El enfoque es de área, denominada Ciencias Naturales con perfiles docentes de Profesores de Ciencias Naturales o de Biología para la enseñanza. En particular la enseñanza de las ciencias naturales está dada desde una orientación global y cualitativa, dirigida, en el primer y segundo ciclo de la EGB, a despertar la curiosidad científica y el interés por el mundo de las ciencias. En el Tercer Ciclo deberá asumir su función orientadora ya que este último tramo de EGB. es de carácter obligatorio. Es en este ciclo, en el que se introducen saberes de química, desde el área pero en función del perfil profesional del docente del curso.

EDUCACIÓN POLIMODAL: Se organiza con una formación de fundamento que incluye Contenidos Básicos Comunes determinados por el Consejo Federal de Educación y Formación Orientada (modalidades).

Los(CBC) contenidos básicos comunes, a todas las modalidades, tienden a lograr una competencia científica básica que articule conceptos, metodologías de trabajo y actitudes relacionadas con la producción y la aplicación de conocimientos en este campo. En general, en los diseños analizados en diferentes escuelas de la Provincia los CBC de Química se organizan en un solo espacio curricular que generalmente se desarrolla en el Primer año, de los tres que constituyen el Nivel.

En lo referente a los aspectos de la disciplina en particular, propone contenidos referidos a la estructura de los materiales y sus propiedades y presenta un tratamiento de las transformaciones químicas a través de un enfoque introductorio de los conceptos de equilibrio y velocidad de reacción, que inicie a los estudiantes en el uso de modelos cuantitativos.

Los contenidos conceptuales propuestos son los siguientes:

-Estructura de la materia, modelos atómicos de Bohr, niveles de energía de los electrones, uniones covalentes y forma molecular, núcleo atómico, energía liberada en las reacciones nucleares. Transformaciones y reacciones químicas, óxido-reducción-ácido-base, velocidad de reacción, calor de reacción, medio acuoso.

Los contenidos básicos orientados (CBO) prevén la división de la educación polimodal en cinco modalidades diferentes, a saber:

- Comunicación, arte y diseño.
- Humanidades y Ciencias Sociales.
- Economía y gestión de las organizaciones.
- Producción de bienes y servicios.
- Ciencias naturales.

Solo en dos de las cinco modalidades, la química continúa con relaciones que profundizan la comprensión de los procesos de la naturaleza y de las nuevas tecnologías y de la interacción del ser humano con ellos desde una perspectiva multidisciplinaria.

Elas son Ciencias Naturales y Producción de Bienes y servicios.

Los contenidos básicos orientados (CBO) a desarrollar en la modalidad Ciencias Naturales, suponen una profundización y contextualización de los conocimientos planteados en los CBC de la formación general de fundamento (FGF) tendiente a proporcionar una formación científica integradora.

Los contenidos son:

-Estructura y propiedad de la materia, propiedades, conductibilidad, solubilidad, estados de agregación, cambios de estado, sistemas materiales. Soluciones, concentración de las soluciones.

-Nivel atómico molecular, modelo atómico, niveles energéticos de los electrones, tabla periódica de los elementos, uniones químicas, el átomo de carbono, estructura y funciones biológicas de sus derivados macromoleculares. Reacciones químicas, energía de las reacciones químicas, entalpía, calor de reacción, velocidad de reacción, cinética química. Producto iónico del agua, pH, óxido-reducción.

Ciclos biogeoquímicos, recursos naturales y reciclado de materiales. Uniones químicas, orbitales atómicos y moleculares. Uniones dipolo-dipolo, puente de hidrógeno. El átomo de carbono, características grupos funcionales, interacciones intermoleculares.

Biomoléculas: azúcares, lípidos y proteínas. ADN, fotosíntesis, fermentación, metabolismo.

Los contenidos básicos orientados en la modalidad producción de bienes y servicios se refieren a elementos considerados como insumos generales de los procesos productivos a saber: los materiales, y la energía y la información para la elaboración de las actividades productivas que se desarrollan en la actualidad.

Los contenidos conceptuales propuestos para esta modalidad son: Estructura química y caracterización de distintos tipos de materiales, materias primas naturales, orgánicas e inorgánicas, semielaboradas y sintéticas. Comportamiento y propiedades de los materiales sólidos, líquidos y gaseosos. Aleaciones ferrosas y no ferrosas, aluminio, vidrio, cerámicas, fibras textiles. El agua y los hidrocarburos, materiales modernos, plásticos, cerámicos nuevos.

En estos espacios se efectúan las profundizaciones de los conceptos vistos durante EGB, tales como tabla periódica, átomo, molécula, estados de oxidación, y reactividad grupos funcionales.

Estos contenidos se encuentran incluidos en el espacio de tecnología de los materiales, en el cual se detallan la estructura y comportamiento de los materiales así como las transformaciones que sufren los mismos durante los procesos que se detallan en la modalidad.

EDUCACION SUPERIOR: incluye Carreras de profesorado universitarios y no universitarios y Carreras de tecnicaturas y de licenciaturas.

Las carreras que se dictan en la Facultad de Ciencias Naturales son geología, farmacia, bioquímica, licenciatura en medio ambiente, profesorado de química, licenciatura en química, profesorado y licenciatura en biología, enfermería, en todas ellas deben encontrarse presentes los contenidos que se detallan a continuación: Sistemas materiales. Estructura atómica. Estados de la materia, clasificación periódica. Gases reales. Equilibrio químico y de electrolitos. coloides y cromatografía. Equilibrio iónico. Soluciones, propiedades coligativas. Uniones químicas. Electroquímica. Termoquímica. Fotoquímica. Radioquímica.

EDUCACIÓN CUATERNARIA: Suponen una Formación de Grado como requisito para la admisión, y se vinculan a la profundización y especialización de saberes. En la U.N.P.S.J.B. se ofrece tal especificidad a través carreras de maestrías y doctorados especializados en diferentes áreas los cuales se desarrollan en convenios con instituciones nacionales y extranjeras e incluyen altas especializaciones de los doctorandos en áreas técnicas y específicas de su formación.

Conclusiones

Se observa en los ingresantes a las carreras de ciencias naturales disparidades en cuanto a la presencia de contenidos propios a la disciplina en cuestión:

- Procedencia de modalidades que no profundizaron los saberes de Química, quizá por una desorientación inicial en la elección que los adolescentes hacen entre 3° Ciclo y Polimodal.. De la información recabada la preparación para la elección de la modalidad no constituye un espacio de trabajo sistemático en E.G.B.. Las elecciones las hacen los alumnos o sus familias, mayormente en función de las características generales de la escuela, la proximidad al hogar o la facilidad para conseguir una vacante (frente a escuelas más requeridas que otras). Esta heterogeneidad de apropiación de saberes básicos acarrea enormes dificultades a los estudiantes en el primer año de la carrera, por la complejidad de los contenidos, la falta de apropiación de saberes previos, la escasa articulación Polimodal-Nivel Superior y la carencia de hábitos de estudio independiente que se advierte en los ingresantes.

- Diferentes programas de estudios aún en las misma modalidad. Ya que las modalidades se diversifican en distintos Itinerarios formativos que focalizan en sectores del conocimiento, mayormente en los relativos a la salud y el medio ambiente sin llegar a fortalecer el conocimiento disciplinar de la Química.

- Carencia de uniformidad en el dictado de contenidos de la disciplina, tanto a nivel de metodologías como de explicitaciones analíticas de los programas. Los CBC indican grandes ejes de conocimiento pero no prescriben organización del programa desde aspectos epistemológicos.

- Orientación de otras modalidades que poseen química tales como producción de bienes y servicios, pero cuyos contenidos son orientados a otros aspectos de la química, tales como aplicaciones industriales, etc, sin partir de los conceptos básicos.

- Se debe además considerar la necesidad de fortalecer un enfoque disciplinar en polimodal en más de un año, en todas las modalidades, en virtud de asegurar que los contenidos básicos de la disciplina puedan incorporarse de manera gradual y continua.

Bibliografía

Diseño Curricular de primer, segundo y tercer ciclo de la educación general básica. 1997. Versión definitiva. Ministerio de Cultura y Educación de la provincia del Chubut.

¿VALE UNA IMAGEN MÁS QUE MIL PALABRAS?

Gladys Machado, Jorge Ripoli y Silvia Pastorino

AEPEQ, Departamento Ciencias Básicas, Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional, La Plata (1900), Argentina. gmachado@frlp.utn.edu.ar

Resumen

Considerando al medio audiovisual como una valiosa herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se realizó una experiencia en la cátedra de Química General, con alumnos de primer año de la carrera de Ingeniería Industrial.

El vídeo es posiblemente uno de los medios audiovisuales que puede ser utilizado de más diversas formas en la enseñanza. Para que un aprendizaje deje de ser memorístico debe convertirse en una representación de la realidad; ciertos conceptos o procedimientos pueden ser comprensibles para el alumno cuando se visualizan. La imagen facilita el acceso a la abstracción y corrige o evita la formación de falsos conceptos.

El criterio para incluir este medio audiovisual estuvo relacionado con su concordancia con la necesidad pedagógica. No importó si se trataba de un medio de última tecnología. Sólo se lo utilizaba como una tecnología para la enseñanza y con los fines que especifica la misma.

Palabras clave: medio audiovisual, vídeo, enseñanza-aprendizaje.

Abstract

Audiovisual media is a valuable tool in the teaching-learning process. An experience was developed in General Chemistry, with first year students in Industrial Engineering.

The image facilitates the abstraction, avoiding missconcepts. Its use produced increased understanding of processes and concepts.

Introducción

El proceso de enseñanza-aprendizaje, está sujeto cada vez más a experiencias e imágenes, en el que se intenta que el alumno sea su propio conductor, por lo tanto se adaptan estas nuevas tecnologías a sus necesidades y una correcta incorporación son los recursos audiovisuales.

Acorde al avance tecnológico del siglo XXI, el docente no debe resistirse al cambio rechazando enfáticamente el uso de este material; pero tampoco creer que mágicamente su sola utilización puede transformar el proceso de enseñanza aprendizaje, fanatismo que le impida desarrollar mecanismos críticos frente a este recurso.

Hay que saber sacar el mejor provecho de las nuevas tecnologías, realizando una crítica permanente sobre sus aspectos positivos y negativos, encontrando el adecuado uso pedagógico de las mismas.

¿VALE UNA IMAGEN MÁS QUE MIL PALABRAS?

La tecnología audiovisual aumenta notablemente la retención de la información. La TV es uno de los medios que incrementan más la aceptación de los contenidos y la captación de datos. Esto que se observa a diario, en la información recibida por nuestra sociedad, y por la cual muchas veces se ve inducida en sus distintas actitudes de vida, es interesante aplicarla en la educación.

Una imagen motiva, estimula y refuerza el proceso de enseñanza aprendizaje. En la actualidad la calidad audiovisual, despierta interés y agrado, y muchas veces gana e inclina la voluntad del espectador. Es, en este sentido, en que debe aprovecharse en la transmisión de un contenido, porque acrecienta la mayor retención de la información por parte del alumno, y en algunos casos la percepción de la imagen les ayuda a comprender el mismo. Dado que hay temas en los cuales la representación viva es eficaz, en la interpretación de un fenómeno, o en la visión de un objeto microscópico. En este aspecto es la única forma de acercar al alumno a la realidad, y no simplemente abandonarlo a la abstracción individual, que en la mayoría de los casos es errónea.

Por otra parte modifica el rol, la función que tiene el profesor. Le da oportunidad de incorporar otras actividades, desarrollando una nueva estructura de clase, distinguiendo la transferencia en la información, aumentando la comunicación o haciéndola diferente; mejorando de cualquier modo la práctica docente.

La elección del audiovisual adecuado al tema que se va a enseñar; la utilización de organizadores previos, es decir, partes de la información que cumplan la función de ayudar a los receptores a relacionar el nuevo contenido con el que ellos ya poseen en su estructura cognitiva. Al principio de la mostración puede ser importante para facilitar el aprendizaje significativo del contenido (los realizadores de televisión dicen que los minutos iniciales son los más importantes para motivar a los receptores en el tema). Si se quiere cimentar el aprendizaje, o aún mejor, luego de la mostración, útil para aplicar la práctica de torbellino de ideas que luego de un debate, llevará a elaborar la respectiva conclusión. Esta última experiencia, que debe ser totalmente protagonizada por los alumnos, sólo conducida por el profesor, sirve para que se aprehenda, se haga propio el conocimiento.

El criterio en la adecuación didáctica, y el nivel de los alumnos es otro de los puntos a tener en cuenta por el profesor. El rendimiento que ofrece este recurso depende de la oportunidad en que se lo utilice y en cómo se lo implemente. Y es en este contexto en donde se debe evitar la resistencia a su utilización en el ámbito educativo, ya que es un excelente colaborador. Y es en esto último, en lo que hay que poner énfasis. Ningún recurso por más novedoso y tecnológico que sea, podrá reemplazar la figura del profesor, que visto desde las distintas ópticas de las pedagogías, se transforma en conductor, guía o transmisor de conocimientos.

Los medios audiovisuales son un valiosísimo instrumento de formación educativa, si se los utiliza junto a la orientación conceptual de un tema; sólo adquieren sentido, en función de ese objetivo.

Metodología

De las variadas funciones que ofrece el medio audiovisual, en este caso el vídeo, se eligió experimentar con:

Facilitador de la comprensión/retención.

"...comprender, saber imaginar y reconstruir. Los modernos aparatos de grabación de imágenes y sonidos aportan, a su modo, materiales para la imaginación. En consecuencia, también el docente debe utilizarlos como factores estimulantes y desencadenantes"

"es necesario desarrollar procesos de aprendizaje en los estudiantes, Bruner (1990), para que éstos comprendan ¿cómo nos apropiamos del conocimiento, de qué valores y por qué desde estas tecnologías?"

"... una expresión profunda de la cultura democrática. Exige que nos hagamos conscientes de cómo desarrollamos nuestro conocimiento y todo lo conscientes que podamos de los valores que nos llevan a adoptar nuestras perspectivas. Exige que nos hagamos responsables de ¿cómo conocemos y por qué?" (Bruner, 1990).

Ahora bien ¿cual es el tiempo idóneo que debe de durar un vídeo didáctico? Se debe tener presente una serie de consideraciones, entre otras que puedan adecuarse a cada situación pedagógica:

- características de los receptores
- contenidos transmitidos
- el diseño interno del vídeo
- el ritmo del vídeo

Sí podemos señalar, de acuerdo con las aportaciones de la psicología del procesamiento de la información y de la percepción, memoria y atención, que el tiempo medio general adecuado puede ser de 20-25 minutos para estudiantes universitarios.

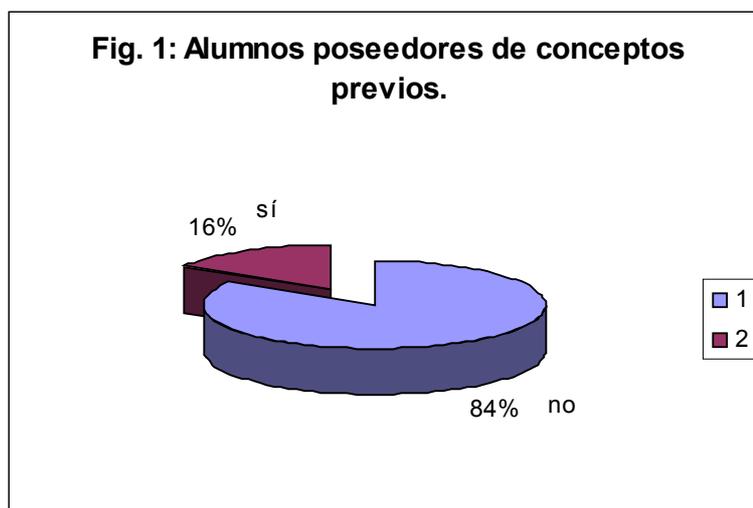
Experiencia

Desarrollamos un estudio sobre la utilización del vídeo como instrumento de conocimiento para el aprendizaje del contenido Gestión Ambiental por los alumnos de 1º año de Química General pertenecientes a la carrera de Ingeniería Industrial.

Se mostró a los alumnos un vídeo de Contaminación ambiental. Se realizó una comparación entre aquellos alumnos que evaluaron, sin haber tenido orientación conceptual, de aquellos que sí la tuvieron.

Sin restar que motiva ver lo que se está aprendiendo y lo cubre de vistosidad, sobre todo si la asignatura es complementaria al perfil mismo de la ingeniería elegida; como no se puede obviar que la imagen, es eficaz colaboradora cuando es difícil verbalizar algunas situaciones.

De una muestra de 42 alumnos, el 16% había leído los apuntes correspondientes y asistido a la clase teórica. (ver Fig.1)



En aquellos poseedores de conocimientos previos, se observó una mayor precisión en las respuestas en el momento de la evaluación, como así también la utilización de estrategias y un mejor uso del vocabulario específico.

Con respecto al 84% restante y en cuanto a información recibida a través del vídeo solamente, se tuvo en cuenta, al considerar como correctas, aquellas respuestas que integraban otros contenidos. Se observó la dispersión en el tratamiento de las mismas en el resto de los alumnos (ver Fig. 2).

En todo caso mejoró la actitud de los alumnos hacia los temas medioambientales.



Conclusión

Como complemento a los aprendizajes realizados, tanto individuales como en las sesiones de clase ("Nuevas tecnologías en el aula" Bartolomé, 1999).

Lo importante del vídeo son sus sistemas simbólicos, cómo éstos se relacionan con determinadas habilidades cognitivas de los alumnos y su inserción dentro de un plan curricular.

Con la estrategia puesta en funcionamiento no sólo se lograron los objetivos propuestos en la asignatura para este contenido sino que además se profundizó mucho más que en cursos anteriores, es decir, que existió un cambio cuantitativo y cualitativo en forma concreta, en el desarrollo de esta experiencia.

Los alumnos se vieron beneficiados en un mejor uso del vocabulario especializado, en la capacidad de relación y transferencia de los aprendizajes a otros contenidos (ecología y química pura).

El vídeo no sustituye al profesor pero impone cambio en su función pedagógica, así aquellas tareas más mecánicas como impartir conocimientos, informaciones, quedarán confiadas a las nuevas tecnologías para dejar al maestro las tareas más humanas como motivar conductas, orientar trabajo de los alumnos, resolver dudas etc., ya que en estas tareas el profesor es insustituible.

Bibliografía

Las tecnologías audiovisuales en el currículo de ciencias Ministerio de Educación y Ciencia. CNICE. Recursos Didácticos

webmaster@cnice.mec.es

Cebrián Herreros M, El vídeo educativo, 1987.

Ferrés i Prats J, Vídeo y educación, 1988.

Martínez Sánchez F, Producción de vídeo y televisión con fines educativos y culturales, 1992.

Nadal MA y Pérez V, Los medios audiovisuales al servicio del centro educativo, 1991.

Molina, El vídeo: uso pedagógico y profesional en la escuela, 1990.

Treffel T, Presente y futuro del audiovisual en educación. Kapelusz, S.A. Buenos Aires.

www.contenidos.comproyectos-educativos/video

www.educadis.com.ar/video.htm.

Millán Paredes, S. La inclusión de la tecnología audiovisual en la enseñanza producto de los cambios tecnológicos. La importancia de la educación por la imagen, por medio del vídeo, las grabaciones y el aprendizaje interactivo por ordenador. La necesidad de cuidar la presentación de la información evitando la sobrecarga de conocimientos.

Bruner, J. (1990): Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva. Alianza, Madrid.

Cebrian de la Serna, M. y otros (1991): Medios y Recursos Didácticos. Universidad de Málaga.

Cabero, J. (1988): Tecnología Educativa: Utilización didáctica del vídeo. P.P.U., Barcelona.

Cátedra UNESCO de Educación a Distancia.

www.uned.es/catedraunesco-ead/publicued/psc04/pscII_4.htm.

INTEGRANDO QUÍMICA, FÍSICA Y BIOLOGÍA EN AGRONOMÍA

Ester Zamuner, Mónica Murcia; Claudia Giletto; Marta Losada

Departamento Introducción a la Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP.
Balcarce (B7620EMA) Provincia de Buenos Aires, Argentina. fisicabalc@balcarce.inta.gov.ar

Resumen

Con el objetivo de integrar conceptos de química, física y biología se incorporó un Trabajo Práctico en el curso de Química Analítica General que se dicta en el segundo cuatrimestre del primer año de la carrera Ingeniería Agronómica en la Facultad de Ciencias Agrarias UNMdP. Para interpretar el Trabajo Práctico es necesario que los alumnos cuenten con conocimientos adquiridos en Biología General y Botánica Morfológica e Introducción a la Físico-Química. Se integraron conceptos de conductividad eléctrica y membranas biológicas para determinar en forma indirecta la calidad germinativa de muestras de semillas. La medición de la conductividad eléctrica en la solución de imbibición de las semillas es utilizada rutinariamente en laboratorios de análisis para inferir el probable desempeño germinativo de diferentes muestras en condiciones de siembra. Se aplica durante el proceso de producción, almacenaje y comercialización de semillas, que son ámbitos de incumbencia del Ingeniero Agrónomo. En la experiencia de laboratorio los alumnos debieron determinar la conductividad eléctrica de muestras de semillas de soja (*Glycine max* L.) con diferente porcentaje de germinación y relacionar ambas variables. Para ello, tomaron cuatro repeticiones de 50 semillas y las sumergieron en 250 mL de agua desionizada. Luego las incubaron durante 24 h en cámara a 25 °C para posteriormente medir la conductividad eléctrica ($\square S\text{ cm}^{-1}$) de la solución de imbibición. Con los resultados obtenidos, los alumnos completaron un registro de observación, discutieron y elaboraron conclusiones. La instancia final de puesta en común y discusión colectiva fue importante porque permitió que todo el curso se enriqueciera con las observaciones y análisis realizados por cada equipo de trabajo.

Abstract

The aim of this experience is to integrate chemistry, physic and biology concepts incorporating a laboratory practice in Analytic Chemistry. This subject is included in the first year of Agronomic Engineering of Mar del Plata National University. To understand the laboratory practice it is necessary that the students have knowledge about Biology, Botany, Physics and Chemistry concepts. Electric conductivity and biological membranes concepts are integrated in order to determine indirectly the germinative seed quality. Electric conductivity in seed incubation solution is used routinely in laboratories of seed quality, to determine probable germinative capacity of different samples under field conditions. This concept is used in production, storage and commercialization of seeds which are part of Agricultural Engineer concerns. In the laboratory experience electric conductivity and germination percentage of soya (*Glycine max* L.) seed samples were related. Small groups of students took four replications of 50 seeds, submerged in 250 mL of distilled water and incubated during 24 hs at 25°C. Later electric conductivity (mmhos cm^{-1}) of the imbibition solution was measured. The results were registered in a table, discussed and elaborated conclusions. The final instance of collective discussion was important because it allowed that the whole group was enriched with the observations and analysis carried out by the other students.

Introducción

La enseñanza debe atender tanto al aprendizaje de contenidos específicos, como al desarrollo de capacidades y valores. El aprendizaje colaborativo de los alumnos con el docente es importante en la formación de dichos aspectos. Si bien las explicaciones del docente juegan un rol importante en la enseñanza, hay que tener en cuenta que el aprendizaje es producto fundamental de las actividades de comprensión que el alumno realice: el aprendizaje es una consecuencia del pensamiento (Perkins, 1997).

La motivación juega un rol fundamental en la voluntad del alumno para realizar las tareas de aprendizaje. Para su generación influyen tanto la significación psicológica de los contenidos como el tipo de actividades que se propongan. Particularmente son favorables aquellas prácticas que implican niveles importantes de desafío, curiosidad y control de la propia actividad (Larkin y Chabay, 1996). Las experiencias de laboratorio aplicadas a situaciones reales en el aprendizaje de las ciencias experimentales resultan un elemento motivador que favorece la integración conceptual.

Con el objetivo de integrar conceptos básicos de Química, Física y Biología se propuso la implementación de un trabajo práctico relacionando conceptos de conductividad eléctrica y membranas biológicas, para la determinación de la calidad germinativa de semillas.

Desarrollo del trabajo práctico

La clase de trabajo práctico fue incorporada en el cronograma de actividades del ciclo lectivo 2005, de la asignatura Química Analítica General que se dicta en el primer año de las Carreras Ingeniería Agronómica, Licenciatura en Producción Animal, Licenciatura en Producción Vegetal y Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agrarias-UNMDP.

Para realizar la experiencia en el laboratorio, en cada comisión de trabajos prácticos los alumnos fueron separados en dos grupos. Cada grupo contaba con los siguientes materiales: Agua desionizada o destilada, vasos de precipitados de 250 mL y dos muestras de semillas de la misma especie con poder germinativo (PG) conocido y diferente. Además, el laboratorio contaba con: conductímetro con constante de electrodo (A y L) = 1,0; cámara de temperatura controlada a $25^{\circ}\text{C} \pm 1$, estufa de secado y balanza con una aproximación de centésima de gramo.

Los alumnos debieron seguir la técnica de laboratorio que se detalla a continuación para realizar la experiencia y analizar los resultados para elaborar conclusiones. Los datos de conductividad obtenidos en cada grupo fueron relacionados con los valores conocidos de PG de las muestras de semillas y comparados entre ellos.

Técnica

- 1) De cada muestra de semillas, tomar y pesar cuatro repeticiones de 50 unidades.
- 2) Determinar la conductividad (C) del agua desionizada, la misma debe ser menor de $3-5 \mu \text{Scm}^{-1}$.
- 3) Colocar cada repetición en el interior del vaso de precipitado conteniendo aproximadamente 100 mL de agua desionizada y tapar.
- 4) Dejar las semillas en imbibición durante 24 hs en cámara a 25°C .
- 5) Retirar las repeticiones de la cámara y esperar 30 minutos para determinar la C .
- 6) Calibrar el conductímetro con una solución de KCl (0,01 N). La lectura deberá ser de $1273 \mu\text{S cm}^{-1}$ a 20°C o de $1408 \mu\text{S cm}^{-1}$ a 25°C .
- 7) Agitar las muestras aproximadamente 10-15 s, previamente a la determinación de C .

Advertencia: para evitar errores en la lectura, no colocar el electrodo del conductímetro sobre las semillas.

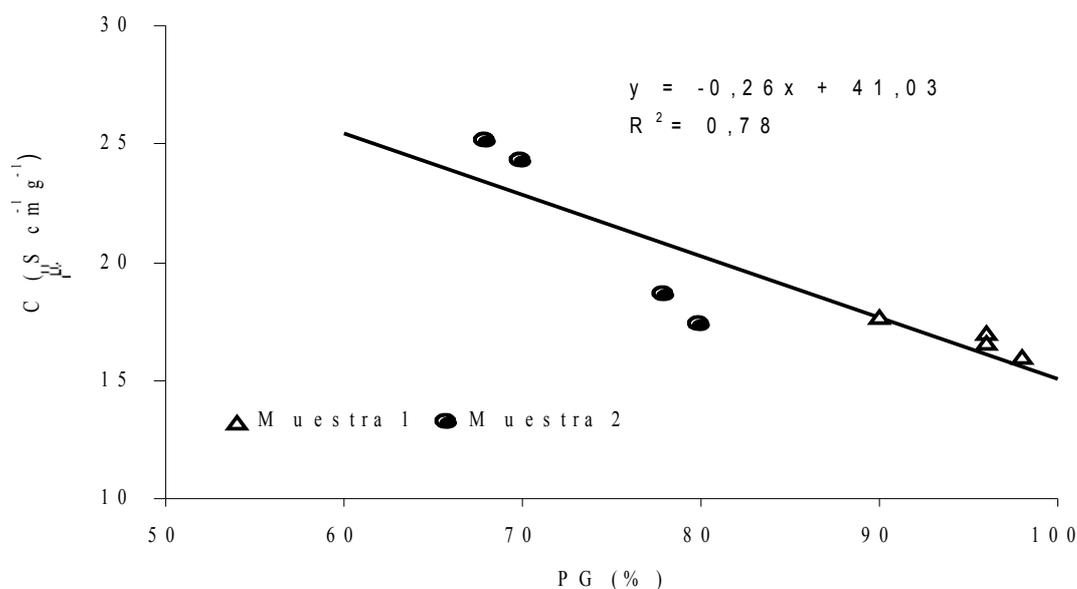
- 8) Corregir cada lectura, dividiéndola por el peso de la muestra para determinar la C en $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semilla.
- 9) Volcar los datos en una tabla y graficar.
- 10) Extraer conclusiones, relacionando PG y C, presentar informe escrito.

Al finalizar el trabajo práctico, cada grupo presentó sus resultados a sus pares y docentes. Estos fueron analizados y elaboradas las conclusiones en común. En la Tabla 1 se presentan los datos obtenidos por cada grupo y en la Figura 1 se muestra la relación entre el PG y la conductividad.

Tabla 1: Datos obtenidos por cada grupo de alumnos

MUESTRA 1				
	PG (%)	Peso (g)	C ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	C/peso ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Repetición 1	68	11,33	283,33	25,07
Repetición 2	80	11,37	197,23	17,34
Repetición 3	70	12,03	292,03	24,27
Repetición 4	78	10,89	203,03	18,64
MUESTRA 2				
	PG (%)	Peso (g)	C ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	C/peso ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Repetición 1	96	11,56	196,33	16,98
Repetición 2	98	11,68	186,83	15,99
Repetición 3	90	11,31	200,03	17,68
Repetición 4	96	11,93	198,03	16,59

Figura 1: Relación entre el Poder Germinativo (PG) y la conductividad (C).



Conclusión

La instancia final de puesta en común y discusión colectiva fue fundamental, ya que permitió que todo el grupo de alumnos se enriqueciera con las observaciones y análisis realizados por cada equipo de trabajo. Además favoreció la integración de los conceptos de las disciplinas involucradas con una metodología de uso habitual en el ámbito profesional del ingeniero agrónomo.

Bibliografía

CROCKFORD, H. . S. KNIGHT. 1975. Fundamentos de Físico-Química. Séptima impresión. Compañía Editorial Continental S.A. México. 1169 p.

DE ROBERTIS, E. D. P. HIB, J. Fundamentos de Biología celular y molecular. El Ateneo, Buenos Aires. 421 p.

LARKIN, H. Y CHABAY, R.W. 1996. La investigación sobre la enseñanza del pensamiento científico. Implicaciones para la enseñanza basada en computadoras. Recopilación de Resnick, Lauren B. Y Klopfer, Leopold E. , Curriculum y cognición. Madrid: Ed. AIQUE.

PERKINS, D. 1997. La escuela inteligente. España: Gedisa.

RAVEN, P. H., EVERT, R. F., EICHORN, S. E. 1992. Biología de las plantas. Reverté S. A. Barcelona. España. 773 p.

SKOOG, D. A. WEST, D. N. 1974. Fundamentos de Química Analítica. Editorial Reverté, S. A. México. 501 p.