

El inglés y la autogestión del aprendizaje en el seminario integrador de Fundamentos de Biotecnología

English and self-management of learning in the integrative seminar of Fundamentals of Biotechnology

Dunia Rodriguez Heredia^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-4676-7314>

Taimi Bessy Horruitiner¹ <https://orcid.org/0000-0001-7595-5547>

Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba

*Autor para la correspondencia: correo electrónico: duniarh@uo.edu.cu

RESUMEN

En un artículo previo, se presentó una forma novedosa de impartir el Seminario Integrador de Microbiología para Ingeniería Química, en el Plan D. En este trabajo, continuación del anterior, se sigue perfeccionando la manera de enseñar, esta vez, en la asignatura Fundamentos de Biotecnología, con las exigencias del Plan de Estudio E. Por lo que el objetivo del artículo es mostrar la manera en que se insertan en el seminario integrador de la asignatura la autogestión del aprendizaje por los estudiantes, el entrenamiento en la búsqueda de información en bases de datos indexadas y el tratamiento al inglés en el análisis de procesos biotecnológicos. Se presentan los aspectos que deben desarrollar los estudiantes en el seminario, enfatizando en los nuevos del Plan de Estudio E. Se muestra cómo se insertan los elementos nuevos en el análisis del artículo científico por parte de los estudiantes, ejemplos de su autogestión del conocimiento y la manera

en que estos desarrollan habilidades en el inglés técnico relacionado con la asignatura. Por último, se presentan las ventajas de impartir el seminario integrador según las exigencias del Plan E. Se concluye que la inserción del inglés, el entrenamiento en la búsqueda de información en bases de datos indexadas y la autogestión del aprendizaje en el seminario integrador de la asignatura está acorde a lo plasmado en el Modelo del Profesional de la carrera en este nuevo Plan de estudio.

Palabras clave: fundamentos de biotecnología; seminario integrador; autogestión del aprendizaje; inglés.

ABSTRACT

In a previous article, a new way of teaching the Integrative Seminar of Microbiology for Chemical Engineering was presented, in Plan D. In this work, a continuation of the previous one, the way of teaching continues to be perfected, this time, in the subject Fundamentals of Biotechnology, with the requirements of Study Plan E. Therefore, the objective of the article is to show the way in which self-management of learning by students, training in the search for information based on indexed data and the treatment to English in the analysis of biotechnological processes. The aspects that the students should develop in the seminar are presented, emphasizing the new ones in this Study Plan E. It shows how the new elements are inserted in the analysis of the scientific article by the students, examples of their self-management of knowledge and how they develop skills in technical English related to the subject. Finally, the advantages of teaching the integrative seminar are presented according to the requirements of Plan E. It is concluded that the insertion of English, training in the search for information in indexed databases and self-management of learning in the integrating seminar of the subject It is in accordance with what is embodied in the Professional Model of the career in this new Study Plan.

Keywords: Fundamentals of Biotechnology; integrative seminar; self-management of learning; english.

Recibido: 18/04/2021

Aceptado: 10/08/2021

Introducción

El surgimiento del Plan E en las diferentes carreras de la Educación Superior cubana ha constituido un reto tanto para los docentes como para los estudiantes. Los docentes, por corresponderles adecuar el contenido que tradicionalmente se impartía en 5 cursos, a 4 años y los estudiantes porque deben apropiarse de este contenido en menos tiempo. Una de las premisas de este nuevo plan de estudio la constituye la esencialidad de los contenidos, dejando para posgrado aquellas materias que bien pudieran estar presentes en unos procesos, pero no en otros. ⁽¹⁾

Por lo anterior, desde la misma génesis de la asignatura Fundamentos de Biotecnología en la carrera Ingeniería Química, en el Plan E, se ha venido trabajando en el perfeccionamiento de la misma y en las adecuaciones al nuevo plan de estudio. En un primer momento se trabajó en el empleo de programas profesionales como el MatLab para la resolución de ejercicios en clases prácticas ⁽²⁾ y se presentaron las ventajas de esta propuesta. Por otra parte, desde hace dos cursos, se viene trabajando en perfeccionar el seminario integrador, el cual se ha concebido tal como se concebía esta actividad docente en la asignatura Microbiología en el Plan D, ⁽³⁾ pero con adecuaciones que son el resultado de integrar la propia naturaleza de la asignatura con las exigencias del Plan E.

El objetivo del trabajo es mostrar la manera en que se insertan en el seminario integrador de la asignatura la autogestión del aprendizaje por los estudiantes, el entrenamiento en la búsqueda de información en bases de datos indexadas y el tratamiento al inglés, en el análisis de procesos biotecnológicos.

Fundamentación teórica

La asignatura Fundamentos de Biotecnología para Ingeniería Química en el Plan E integra los contenidos relacionados con las enzimas, el metabolismo de las biomoléculas y los microorganismos, para que los estudiantes conozcan el fundamento de los procesos biotecnológicos y de ingeniería genética y puedan actuar como futuros ingenieros químicos.⁽⁴⁾

Desde el propio surgimiento de la asignatura, como se ha planteado, el colectivo de profesores ha trabajado en adecuar a las exigencias del Plan E no solo los contenidos a impartir sino, además, la forma de impartir los mismos. En este sentido hay que tener en cuenta tanto la esencialidad de los contenidos que se van a enseñar como que las asignaturas implementen desde sus formas de docencia la enseñanza del idioma inglés, ya sea por medio de preguntas iniciales o finales de un laboratorio, un tema a exponer en un seminario, una diapositiva expuesta en una conferencia, o cualquiera de las disímiles formas que tienen los docentes de enseñar desde sus asignaturas. En este caso, el inglés que se exige es el inglés técnico o propio de cada carrera, pues es responsabilidad del estudiante aprender el inglés comunicativo y demostrar su conocimiento de idioma antes de concluir los 4 años de carrera.

Otra de las aristas del Plan E la constituye la autogestión del aprendizaje por parte de los estudiantes. Como se sabe, estos cuentan con menos tiempo frente al profesor en el aula, debiendo apropiarse entonces de contenidos impartidos en clases y de otros orientados, por lo que deben buscar fuentes de información adecuadas y autogestionar su aprendizaje. Lo anterior está sustentado en la informatización cada vez más evidente de la sociedad, y en particular de los jóvenes universitarios, que se han apropiado de medios como tabletas, celulares, computadoras personales, que les permiten estar a tono con las exigencias de la educación superior cubana actual.

El Modelo del Profesional concebido para la carrera en el Plan E ⁽¹⁾ plantea una estructura curricular que presenta entre sus principales características el estar

científicamente concebido, garantizando el amplio uso de las TIC y de métodos y medios que contribuyan a desarrollar en los estudiantes el aprendizaje autónomo.

Dentro de las deficiencias detectadas en el Plan D de la carrera se encontraban: ⁽¹⁾

1. En el desarrollo de las actividades docentes el empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones era aún insuficientes. El uso de programas profesionales no estaba al nivel requerido.
2. La formación no propiciaba suficientemente el dominio de idioma extranjero y el desarrollo de iniciativas, creatividad y nivel de gestión individual.

Lo anteriormente expuesto justificó, entre otras razones, la necesidad de un nuevo diseño de planes de estudio, el Plan E, respaldado por un proceso docente educativo que priorice el aprendizaje y la formación de habilidades para la gestión del conocimiento. ⁽¹⁾

El diseño de la carrera se enfoca hacia la formación integral del estudiante y el proceso docente educativo debe sentar las bases para el desarrollo del aprendizaje del estudiante de forma independiente, así como para el amplio y generalizado uso de las TIC y desarrollo de habilidades para la gestión del conocimiento. ⁽¹⁾

Por estudios realizados en el anterior plan de estudio y análisis en reuniones metodológicas, se determinó que los estudiantes presentaban las siguientes limitaciones:

1. Los estudiantes comienzan su proceso investigativo realizando búsquedas en fuentes de información impresas y posteriormente buscan información en la red.
2. Insuficiencias en el proceso de utilización de la bibliografía para el estudio independiente.
3. No aprovechan las potencialidades de todas las fuentes de información que se ponen a su disposición en cada una de las disciplinas docentes que reciben.
4. Se les dificulta determinar sus necesidades de información.

5. Algunos no conocen los principales buscadores Web, lo que impide el acceso a la literatura científica de más actualidad hospedada en bases de datos y revistas de alto impacto.
6. Poseen dificultades en la elaboración de textos científicos, así como en el asentamiento bibliográfico en las normas APA, ISO, etc.

A partir de estas deficiencias y de las dificultades presentadas en los estudiantes en relación con la identificación de sus necesidades de información y el uso eficiente de la misma, los autores plantearon un conjunto de acciones encaminadas al logro de habilidades informacionales y la toma de conciencia acerca de la necesidad de elevar el rigor y la calidad en la presentación del producto final de una investigación.

Sumado a lo anterior está el reto de la enseñanza en la actual situación epidemiológica que vive nuestro país y el mundo en general. En estas circunstancias, es necesario propiciar en los estudiantes el aprendizaje autónomo, que se valgan de herramientas de aprendizaje por sí mismos.

Materiales y métodos

Tomando en consideración lo expuesto, se ha perfeccionado el Seminario Integrador de Fundamentos de Biotecnología en el Plan E, siguiendo las pautas del seminario integrador de Microbiología en el Plan D. ⁽³⁾ Tres de los aspectos nuevos que son tratados en el mismo son:

1. La autogestión del aprendizaje, por cuanto anteriormente se les facilitaban a los estudiantes los artículos científicos obtenidos del Google académico, pero en la actualidad los estudiantes deben buscar en esta misma fuente artículos científicos que traten del empleo de microorganismos en procesos biotecnológicos y de ingeniería genética.

Hay que destacar en este sentido que se trata de estudiantes del segundo año de la carrera, que adolecen de esta habilidad de autoaprender, por lo que les resulta difícil encontrar en la gama de artículos científicos existentes aquellos que contemplen procesos en los que se evidencie la relación entre la microbiología, la biotecnología y la ingeniería química.

2. La implementación del inglés, evidenciándose en el hecho que aun cuando los artículos están en idioma español, deben exponer el resumen en inglés y presentar un glosario de términos en este idioma.

En el caso específico de la carrera Ingeniería Química de la Universidad de Oriente, el comportamiento en cuanto a vencer los objetivos del inglés comunicativo se ha trasladado en estos dos cursos del Plan E al segundo y tercer año, no obstante, en este seminario de la asignatura se exige el tratamiento al inglés.

3. La identificación, por parte de los estudiantes de la generación de biotecnología a la que pertenece el proceso tratado en el artículo y la clasificación según el área de aplicación.

Esto está en correspondencia con la base de la asignatura, que es el fundamento de los procesos biotecnológicos. En la Microbiología, en el Plan D, solo se llegaba al tratamiento de los microorganismos. En la actualidad, la asignatura está concebida para tratar aspectos teóricos de la biotecnología y por ende los estudiantes deben identificar la generación de biotecnología a la que pertenece el proceso presente en el artículo analizado. Para ello deben conocer el fundamento del proceso y las etapas en el desarrollo de la biotecnología. A modo de ejemplo se puede mencionar que un proceso tan universal como la obtención de yogur pertenece a la primera generación de la biotecnología. Es decir, los estudiantes deben poseer cierto conocimiento histórico básico relacionado con la asignatura. En resumen, los aspectos a tratar en el seminario integrador de Fundamentos de Biotecnología son los presentes en la Guía de orientación del seminario integrador de Microbiología en el Plan D ⁽³⁾ a los que se les han sumado los siguientes:

1. Identificación de la generación de biotecnología a la que pertenece el proceso en cuestión. Fundamentación de su propuesta.
2. Clasificación del tipo de Biotecnología. Fundamentación de esta clasificación.
3. Exposición del resumen del artículo en inglés y presentación en una diapositiva de un glosario con palabras claves en este idioma.

Otro aspecto novedoso es que los estudiantes tienen la orientación, desde la primera Conferencia de la asignatura, de buscar en el Google Académico un artículo científico en el que se trate un proceso biotecnológico, impulsando de esta forma la autogestión del aprendizaje y su entrenamiento en la búsqueda de información en base de datos indexadas.

Resultados y discusión

Dentro de los artículos que los estudiantes han obtenido del Google Académico en estos dos cursos de la asignatura se encuentran los que aparecen en las referencias.^(5,6,7,8) En la figura 1 se muestra la portada de uno de estos artículos,⁽⁶⁾ y en la figura 2 el resumen en inglés de otro artículo⁽⁸⁾, del cual los estudiantes confeccionaron un glosario de términos. Estos artículos constituyen procesos productivos biotecnológicos, relacionándose así la biotecnología con la ingeniería química, cuyo objeto de estudio son los procesos.



Producción de inulinasa por levaduras de *Kluyveromyces marxianus*

Inulinase production by yeast *Kluyveromyces marxianus*

Augusto Castillo Calderón^{1*}, Rolando Chamý Maggi²

¹ Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa. Av. Universitaria s/n, Urb. Bellamar, Chimbote, Perú.

² Escuela de Ingeniería Bioquímica, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Av. Brasil 2950, Valparaíso, Chile.

Recibido 04 agosto 2010; aceptado 22 octubre 2010

Fig. 1- Portada de un artículo obtenido por los estudiantes del Google Académico.

SUMMARY

Lactic acid bacteria (LAB) are a group of microorganisms widely used for the production of fermented foods since they may confer flavor, aroma and texture to the products. In addition, numerous studies show that LAB produce bioactive compounds beneficial to health during the fermentation process, such as gamma-aminobutyric acid (γ -aminobutyric acid, or GABA), which has demonstrated to have antihypertensive, antidepressant, hypoglycemic and relaxing effects, among others. In this review, it was found that *Lactobacillus*, *Lactococcus* and *Streptococcus* are the groups of bacteria that have exhibited the most GABA production, as compared to other LAB genera. On the other hand, it is worth mentioning that not all LAB strains display a high capacity to produce this compound, because it depends of several factors,

such as glutamic-acid decarboxylase enzyme activity, presence of pyridoxal 5'-phosphate as cofactor, and optimum bacteria growth conditions, as well as the concentration of glutamic acid in the food matrix, as well as fermentation time. On the other hand, cow milk contains a high concentration of glutamic acid; for this reason, various investigations have focused on assessing the GABA production in fermented dairy products such as yogurt, cheese and fermented milk. The antihypertensive effect has been one of the bioactivities most studied in dairy products containing GABA; nevertheless, considering the wide diversity of LAB species, more studies are necessary to put in evidence the potential of these bacteria to produce functional foods with benefits attributable to their GABA content.

Fig. 2- Imagen del resumen en inglés de uno de los artículos obtenido por los estudiantes y expuesto en el seminario integrador.

Un artículo muy interesante encontrado por los estudiantes en el curso 2019-2020 fue el que se presenta en ⁽⁹⁾, el cual constituye una nota histórica relacionada con la historia de la penicilina (figura 3).



La historia de la penicilina y de su fabricación en Chile

Walter Ledermann D.

Penicillin history and about its manufacture in Chile

Los precursores: Tyndall, Duchesne y Fleming

Aunque el famoso físico John Tyndall pasara junto a la penicilina sin verla en 1875 cuando, comentando cómo inhibía el crecimiento bacteriano, se limitara a expresar en forma un tanto poética que *el Penicillium es particularmente bello*¹; y aunque digan Pauwels y Berger en su libro sensacionalista "El retorno de los brujos", que Ernest Duchesne, alumno de la Escuela de Sanidad Militar de Lyon, publicó el 17 de diciembre de 1897 su tesis "Contribución al estudio de la oposición vital entre los microorganismos: antagonismo entre el moho y los microbios", donde ensayaba el efecto del *Penicillium glaucum* sobre las bacterias, la historia de la penicilina se inicia, naturalmente, con Fleming.

Alexander Fleming era un hombre modesto, de espesas cejas y cabello cano, que vestía sobria camisa blanca y corbata de humita, expresándose con voz tranquila y deferente. Parecía así un clérigo o un tendero. Nació en Lorchfield, hijo de un granjero escocés, en 1881, y estudió medicina no en Cambridge, la tradicional Universidad, sino en

Una vez graduado, fue invitado a quedarse como profesor de Bacteriología al alero de Sir Almroth Wright, pero pronto se fue a la guerra, con el grado de capitán del *Royal Army Medical Corps*. Fue destinado al hospital de Boulogne, en Francia, donde se dedicó al estudio de los quimioterápicos. Terminada la guerra y sin haber descubierto un solo antimicrobiano, volvió a Saint Mary's². Fleming no gustaba del trabajo en equipo



papeles. Se explica así el accidente que lo llevó al gran descubrimiento. En otoño de 1928 estaba trabajando con variantes de *Staphylococcus* cuando encontró que una placa, dejada descuidadamente junto a una ventana abierta, se había contaminado con un hongo, un moho. En sus palabras: *Estaba atónito... A considerable distancia alrededor del hongo, el crecimiento de las colonias de estafilococo estaba sufriendo lisis... Lo que antes había sido una colonia bien formada, era ahora una débil sombra de su forma anterior. Estaba suficientemente interesado como para seguir en el tema: la apariencia de la placa de cultivo era tal, que pensé no debía desecharse.*

Identificó el moho como un *Penicillium* (que en latín significa cepillo) Creyó que era el *P. rubrum*, pero tres investigadores de la Escuela de Higiene de Londres, Harold Raistrick, Percival Walter Chatterbuck y Reginald Lowell, enviaron una muestra a Charles Tom, del Departamento de Agricultura de E.U.A., quien dictaminó que era *P. notatum*. Sus ayudantes de entonces, Riddle y Craddock, filtraron el cultivo y lo resembraron, comprobando que una dilución al 1: 800 todavía era efectiva.

Fig. 3- Portada de un artículo de corte histórico extraído por los estudiantes del Google Académico.

En el análisis del mismo, además de adentrarse el grupo en la historia del descubrimiento de uno de los antibióticos de más amplio espectro, de conocer la relación entre el descubrimiento de la penicilina y la Segunda Guerra Mundial, el dúo de estudiantes identificó fácilmente el microorganismo objeto de estudio, hongos del género *Penicillium*, y de manera general los aspectos a tratar desde el 1 hasta el 6, ⁽³⁾ relacionados con la teoría de la microbiología, pero les fue más difícil, debido a la naturaleza del artículo, el tratamiento del proceso, las variables que influyen en el mismo y otras cuestiones que debían tratar desde el punto 7 de la guía del seminario. ⁽³⁾ Ante esta dificultad los propios estudiantes se apropiaron del diagrama de flujo del proceso de obtención industrial de penicilina (figura 4), lo explicaron y detallaron las variables de operación más importantes. Como se aprecia, los estudiantes fueron capaces de integrar la microbiología y la biotecnología con la ingeniería de procesos y de gestionar su aprendizaje.

Diagrama de flujo de producción de Penicilina

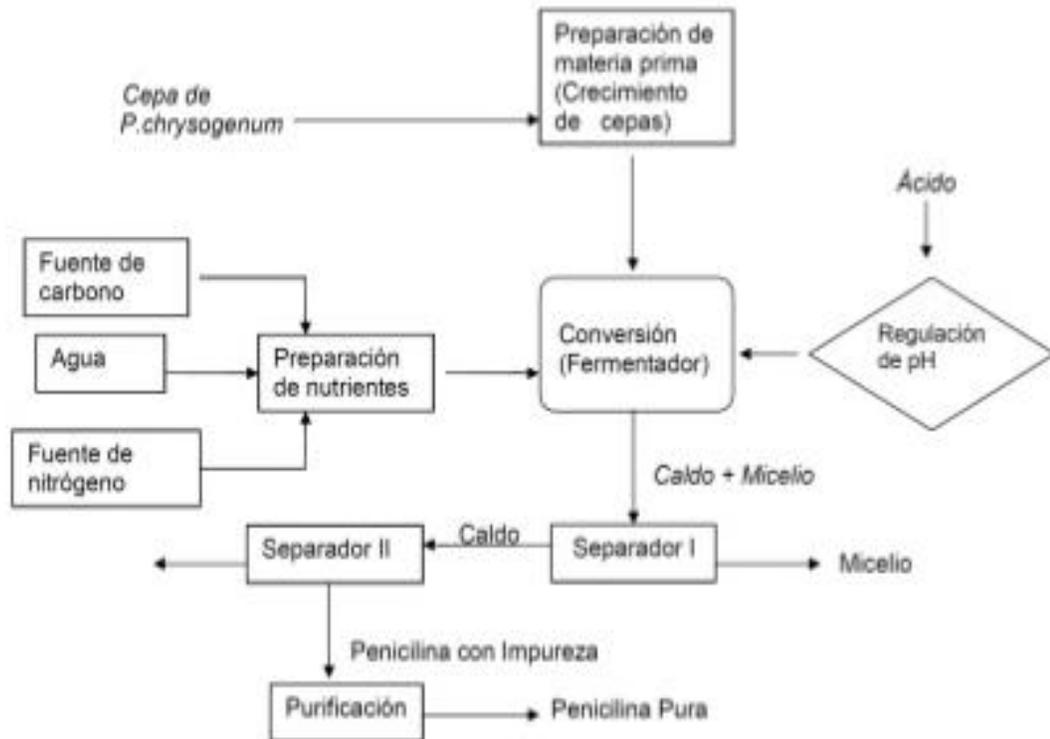


Fig. 4- Diagrama de flujo de producción de penicilina presentado por los estudiantes.

Fuente: <https://www.slideshare.net/sacerdito/produccion-depenicilina porfermentacion>

Para clasificar el tipo de biotecnología según el área de aplicación y determinar la generación de biotecnología a la que pertenecía el proceso analizado, los estudiantes se valieron no solo de las conferencias de la asignatura, sino, además, de materiales obtenidos en Internet por ellos mismos, ^(10,11,12) en los casos en los que no era tan evidente responder estas interrogantes, siendo capaces de responder correctamente en la mayor parte de los equipos de exposición, otra forma en la que queda evidenciada su aprendizaje autónomo.

El tratamiento del inglés fue a través de la exposición del resumen en inglés por uno de los miembros del dúo o equipo de seminario y la presentación de un glosario de palabras técnicas propias de la asignatura por el otro miembro. Algunos ejemplos de palabras que han sido presentadas en los glosarios son:

- strains, que significa cepas.
- gathering, recopilar
- raw material, materia prima
- growing rates, tasas de crecimiento
- biofuels, biocombustibles
- biomass growth, crecimiento de la biomasa
- Neubauer chamber, cámara de Neubauer
- gas chromatography, cromatografía de gas
- substrate sources of inulin, sustratos fuentes de inulina
- culture, cultivo
- yield, rendimiento
- Chemical Oxygen Demand, demanda química de oxígeno

Muchas de estas palabras en inglés eran de total desconocimiento por el grupo, contribuyéndose de esta forma, a elevar el vocabulario técnico en los estudiantes, relacionado, por demás, con la asignatura.

Las ventajas derivadas de la impartición del seminario integrador con los elementos nuevos, en consonancia con lo exigido en el Plan E son:

1. Mayor responsabilidad por parte de los estudiantes.
2. Mayor independencia al gestionar su propio aprendizaje.
3. Integración con las estrategias curriculares de idioma inglés y de empleo de las TIC.
4. Se mejora el vocabulario en inglés relacionado con la asignatura, lo que se traduce en un mejor conocimiento del idioma. Lo anterior propició que muchos de los estudiantes se motivaran a realizar sus ejercicios de inglés en el Centro de Idiomas.
5. Se amplía la visión de los estudiantes en cuanto al campo de acción del ingeniero químico.

6. Se amplía la cultura científica de los estudiantes al enfrentarse con procesos biotecnológicos, microorganismos y biomoléculas no tratadas en clases.
7. Se amplía la cultura informacional de los estudiantes al enfrentarse por sí mismos a artículos de diversa naturaleza: artículos originales, de revisión, comunicaciones cortas. De esta forma, los estudiantes terminan la asignatura reconociendo bases de datos y buscadores Web que les permiten acceder a literatura científica confiable y de impacto.

Lo anterior constituye un reto también para el colectivo de profesores, por cuanto en cursos anteriores ya se tenían predefinidos los artículos a exponer por los estudiantes, pero en el Plan E, al ser ellos por sí mismos los que los buscan, los profesores tienen entonces que prepararse mejor tanto en la asignatura como en el idioma inglés.

Algunos aspectos a mejorar en el proceso son:

1. Trabajar en la actualidad de los artículos obtenidos por los estudiantes, de tal forma que sean de los últimos 5 o 10 años, lo cual los prepara para cuando se inicien en la búsqueda bibliográfica en sus trabajos de diploma.
2. Llegar a trabajar en la asignatura con artículos completamente en inglés, meta que se tiene desde la implementación del seminario integrador de esta forma en microbiología en el Plan D.

La búsqueda de métodos de enseñanza que propicien la inserción del inglés y la autogestión del aprendizaje en la carrera Ingeniería Química en el Plan E es de vital importancia, lo cual, como se ha planteado, ha quedado plasmado desde el Modelo del Profesional. ⁽¹⁾ Precisamente entre los objetivos generales de la carrera se plantean formar ingenieros químicos capaces de:

1. Determinar el comportamiento de equipos y sistemas sencillos de la industria de procesos, utilizando las tecnologías de la información y las comunicaciones.
2. Demostrar una correcta comunicación de forma oral y escrita en lengua materna, con el dominio del vocabulario técnico de la profesión; ser capaces de buscar y consultar información científico-técnica en idioma español e inglés. Mostrar dominio del idioma inglés a un nivel intermedio, según los niveles de exigencia del Marco Común de Referencia Europeo.
3. Mantener una superación permanente para desarrollar su competencia profesional durante su vida laboral activa, convencidos de que la capacidad de educarse por sí mismo es un rasgo esencial de su formación integral que se desarrolla en la etapa de pregrado.

Cuando el desarrollo de la ciencia no permite una solución completa del problema, el ingeniero debe desplegar su talento y recurrir a verificaciones experimentales, a reglas prácticas y a recomendaciones de todo tipo confirmadas por la experiencia. Su habilidad para utilizar con eficacia todas las fuentes de información y aplicarlas al logro de soluciones prácticas a problemas de la industria, determina, en gran medida, su competencia profesional. ⁽¹⁾

Queda por parte de las asignaturas y disciplinas de la carrera buscar las vías para propiciar que el estudiante al finalizar los 4 años de estudio haya adquirido un conocimiento básico del inglés técnico y la habilidad de aprender por sí mismo.

Conclusiones

Se mostró la manera en que se insertan en el seminario integrador de la asignatura Fundamentos de Biotecnología la autogestión del aprendizaje por los estudiantes, el entrenamiento en la búsqueda de información en bases de datos indexadas y el tratamiento al inglés en el análisis de procesos biotecnológicos. Lo

anterior está en consonancia con el Modelo del Profesional para la carrera en el Plan E.

Referencias bibliográficas

1. COMISIÓN NACIONAL DE CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Plan de Estudio “E”, carrera Ingeniería Química. Ministerio de Educación Superior, 2017.
2. RODRÍGUEZ-HEREDIA, D., BORY-PRÉVEZ, H. Empleo del MatLab en la clase práctica de cinética enzimática de Fundamentos de Biotecnología para Ingeniería química. *Revista Tecnología Química*. 2019, **39**(3), pp. 579-593.
3. RODRÍGUEZ-HEREDIA, D., BESSY-HORRUITINER, T. Una nueva forma de impartir el seminario integrador de microbiología para la carrera de Ingeniería Química. *Revista Tecnología Química*. 2019, **39**(1), pp. 144-157.
4. COMISIÓN NACIONAL DE CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Programa Analítico de la asignatura Fundamentos de Biotecnología, curso 2018-2019.
5. HERNÁNDEZ ROJO, A., HERNÁNDEZ-REYES, M., JIMÉNEZ-ISLS, Donaji y VENEGAS-SÁNCHEZ, J. Producción de lípidos a partir de *Chlorella protothecoides* mantenida con CO₂ proveniente de la fermentación alcohólica. *Revista de Sistemas Experimentales*. 2016, **3**(9), pp. 24-48.
6. CASTILLO CALDERÓN, Augusto, CHAMY-MAGGI, Rolando. Producción de inulinasa por levaduras de *Kluyveromyces marxianus*. *Scientia Agropecuaria*. 2010, (1), pp. 235 – 245.
7. CEJUDO-VALENTÍN, R., *et al.* Producción de leche bulgarada en un biorreactor aerobio utilizando un cultivo inmóvil de kéfir. *Revista Tecnológica Agrobioalimentaria*. 2019, **3**(1), pp. 43-48.
8. SANTOS-ESPINOSA, Alejandro, *et al.* Ácido γ -aminobutírico (GABA) producido por bacterias ácido lácticas en alimentos fermentados. *Interciencia*. 2018, **43**(3), 175-181.

9. LEDERMANN, Walter. La historia de la penicilina y de su fabricación en Chile. Nota Histórica. *Rev Chil Infect.* 2006, **23**(2), 72-176.
10. GONZÁLEZ, Roberto. Biotecnología, Historia y Desarrollo: Situación Actual en Nicaragua. Conferencia en: II CONGRESO MULTIDISCIPLINARIO E INTERNACIONAL DE AGROBIOTECNOLOGÍA. Managua, Nicaragua, 2011. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/274138026_Biotecnologia_Historia_y_Development_Situacion_Actual_en_Nicaragua.
11. GONZÁLEZ, Roberto. Introducción a la Biotecnología (Actualizada). 2018. Disponible en:
https://www.academia.edu/36812695/Introducci%C3%B3n_a_la_Biotecnolog%C3%ADa_Actualizada_2018_
12. DÍAZ-FERNÁNDEZ, U., RODRÍGUEZ-FERREIRO, A. Aplicaciones de la biotecnología en el desarrollo de la medicina personalizada. *Medisan.* 2016, **20**(5), pp. 678-687.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

Contribución de los autores

Dunia Rodríguez-Heredia: Implementación en la práctica docente, investigación de los fundamentos teóricos y confección del informe final.

Taimi Bessy-Horruitiner: Implementación en la práctica docente y preparación del informe preliminar.