# DISEÑO DEL TRABAJO EXTRACLASE DE QUÍMICA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOINFORMÁTICA

Dr. Ramón Carrasco-Velar, [rcarrasco@uci.cu](mailto:rcarrasco@uci.cu); M. Sc. Silvia Núñez-Junco, [silvianj@uci.cu](mailto:silvianj@uci.cu); Dra. N. Delgado Yanes, [nildady@uci.cu](mailto:nildady@uci.cu)

Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba

## RESUMEN

Entre las disciplinas de la Ingeniería en Bioinformática está Química, con las asignaturas Química General y Orgánica, y Macromoléculas. Otros contenidos están inmersos en asignaturas optativas, electivas y en los tres módulos de los semestres 5-7. Es indispensable lograr que el estudiante obtenga un desarrollo temprano de habilidades y hábitos para que se apropie de los contenidos de la asignatura que necesitarán en otras de las cuales es precedente. El objetivo de este trabajo es presentar el diseño del trabajo extra clase, teniendo en cuenta la necesidad de que el estudiante adquiera habilidades propias de quién tiene como misión, tanto la confección de software bioinformático como su utilización para la visualización molecular y de datos, su almacenamiento y recuperación así como su posterior análisis en el proceso de creación de conocimiento, con amplio empleo de Tecnologías Informáticas y de las Comunicaciones. A cada estudiante se le asignó una determinada actividad biológica, debió hacer una reseña, generar la estructura digital, crear la ficha correspondiente con parámetros pre-definidos, salvar cada estructura en formatos \*.jpg y \*.mol y al concluir el curso, presentar en un PowerPoint los resultados de su trabajo ante el colectivo de la asignatura y el aula. Debió responder preguntas que evidenciaran sus conocimientos de estructura química, del uso de Internet para la búsqueda de información, redacción en forma sintética, adiestramiento en el uso de software de manejo de estructuras, familiarización con propiedades químico-físicas, aproximarse a la generación de datos tipo texto, imagen y numérico de potenciales bases de datos.

Palabras clave:

Ingeniería en Bioinformática, Disciplina Química, tarea extraclase, actividad farmacológica, estructura química

## ABSTRACT

Among the disciplines of Bioinformatics Engineering is Chemistry, with the subjects General and Organic Chemistry, and Macromolecules. Other contents are immersed in optional and elective subjects and in the three modules of semesters 5-7. It is indispensable to achieve that the student obtains an early development of abilities and habits so that he appropriates the contents of the subject that he will need in others of which it is precedent. The objective of this work is to present the design of the extra class work, taking into account the need for the student to acquire skills proper to whose mission it is; both the making of bioinformatic software and its use for molecular and data visualization, storage and retrieval as well as its subsequent analysis in the process of knowledge creation, with extensive use of Information and Communication Technologies. Each student was assigned a certain biological activity, had to make a review, generate the digital structure, create the corresponding card with pre-defined parameters, save each structure in \*.jpg and \*.mol formats and at the end of the course, present in a PowerPoint the results of their work before the collective of the subject and the classroom. He had to answer questions that showed his knowledge of chemical structure, the use of Internet to search for information, writing in synthetic form, training in the use of structure management software, familiarization with chemical-physical properties, approaching the generation of text-type data, image and numerical potential databases.

Keywords: Bioinformatics Engineering, Chemical Discipline, extracurricular task, pharmacological activity, chemical structure

## INTRODUCCIÓN

La carrera de Ingeniería en Bioinformática en la UCI es de muy reciente creación y apenas transita por su 2º curso. En el diseño de la disciplina Química, la cual incluye las asignaturas Química General y Orgánica con 96 horas, y Macromoléculas con 64, se debió analizar cuál era la forma de evaluación de ambas o si debía ser la misma para las dos.

Podía ser de manera convencional con pruebas intermedias y un examen final, los cuales podían ser de forma oral o escrita. También podía ser un trabajo extra clase a modo de tarea integradora de cada nodo de conocimientos, hacer un recorrido para determinar el avance del estudiante, entre otras posibles opciones. La forma de evaluación no constituía en general obstáculo pues se conocen tanto las virtudes como las limitaciones de cada una. El objetivo central en el análisis fue el enfoque que se le debía dar a la evaluación dentro de una carrera que estaba avanzando de forma experimental. A partir de que se conoce que el trabajo independiente del estudiante en cualquiera de sus modalidades, le permite planificar el trabajo, orientarse y ejecutarlo, a la par que, bien organizado se puede dar adecuado seguimiento y control, se optó por la tarea extra clase como modalidad de evaluación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la tarea extra clase se estableció como premisa que por sus objetivos debía ser integradora de los diferentes nodos de conocimiento de la asignatura y desarrolladora. Pero esa integración debía reflejar, no solamente los contenidos impartidos sino que los estudiantes debían tener la posibilidad de incorporar nuevo conocimiento y desarrollar ciertas habilidades previstas en el Modelo del Profesional, así como crear una visión amplia del papel que juega la disciplina con respecto a la concepción interdisciplinar de la carrera.

Desde el inicio del curso, a cada estudiante se le instruyó a abordar, desde la mirada y el conocimiento de la química, una familia de compuestos o una actividad farmacológica a escoger entre un gran grupo de estas. El contenido de la tarea extra clase que se les presentó incluyó aspectos de química general, evidenciado en las propiedades que debían identificar en una revisión bibliográfica, de los diferentes nodos de conocimientos de la propia asignatura con el enfoque estructural que se le imprimió a los contenidos y la relación interdisciplinar con otras materias como es la farmacología, bases de datos, visualización molecular, búsqueda bibliográfica y de datos, su recopilación y ordenamiento para la potencial creación de una base de datos que incluyera campos de texto, gráficos y numéricos.

El mundo tan cambiante en el que nos encontramos, en el que la tecnología ha irrumpido para quedarse como elemento indispensable en todo proceso de enseñanza aprendizaje, permite afirmar, con la mirada siempre puesta en el futuro, que para poder acertar en la formación del estudiante, debe dejársele abiertas las puertas a la creatividad, con una buena orientación pero con la independencia necesaria para que pueda desarrollar su potencial, y hacerlo evidente con su trabajo y esfuerzo individual o colectivo. Se persigue, además de desarrollar habilidades cognitivas y prácticas en el estudiante, contribuir a estimular el desarrollo de su talento a partir de la incentivación de su creatividad, situándole metas alcanzables que pueda después evidenciar ante su colectivo y el profesor. Y que también lo induzca a confiar más en sus capacidades.

Ese trabajo extra clase debe, por supuesto, tener un nivel superior desde el punto de vista científico para que lo vaya adentrando, desde la mirada de la Disciplina Química, en el mundo de la informática en lo que respecta a la adquisición y ordenamiento de la información recopilada de diferentes fuentes, en el mundo de la Química Farmacéutica, y en el rol que puede desempeñar el bioinformático con sus conocimientos de química, para el desarrollo de nuevos agentes terapéuticos.

Como plantea Sir Ken Robinson (Robinson, interview, s.f.): *Estamos viviendo en tiempos de revolución y la humanidad está enfrentando retos no antes vistos en la historia. Retos en los que participan muchas fuerzas. Velocidad de crecimiento exponencial en los cambios tecnológicos, incremento masivo de la población, la demanda insostenible de los recursos de la tierra, los cuales se necesita comprender, así como diseñar las estrategias que se deben adoptar*. Señala también como es necesario *pensar diferente sobre nosotros mismos*, refiriéndose al ser humano, pues sus recursos son como los recursos naturales de La Tierra, altamente diversos y frecuentemente sumergidos en la profundidad de la mente. Igualmente dice que: *Muchas de nuestras instituciones evolucionaron en épocas anteriores para satisfacer necesidades diferentes a las que enfrentamos ahora. Muchos de ellos están fallando a la gente a la que deben servir y a las energías de aquellos que trabajan en ellos. Si queremos tener una vida plena como individuos y hacer frente a los desafíos que enfrentamos colectivamente, tenemos que crear las condiciones en nuestras escuelas, comunidades y organizaciones para que la gente florezca…*

### El trabajo extra clase

Para el trabajo extra clase se le permitió seleccionar, de entre 49 categorías farmacológicas, una de ellas según sus intereses y preferencias personales, evitando repetir en un mismo grupo, de los tres existentes, dicha elección.

Tabla 1. Actividades farmacológicas propuestas a los estudiantes.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Nombre | No. | Nombre |
| 1 | Agonistas colinérgicos | 26 | Drogas que afectan la motilidad uterina |
| 2 | Agentes anticolinesterasa | 27 | Antisépticos y desinfectantes |
| 3 | Drogas antimuscarínicas | 28 | Antiácidos y digestivos. Laxantes |
| 4 | Dogas simpaticomiméticas | 29 | Antihelmínticos |
| 5 | Bloqueadores adrenérgicos | 30 | Antimaláricos |
| 6 | Agentes ganglionares | 31 | Antiamebiásicos |
| 7 | Agentes bloqueadores neuromusculares | 32 | Antimicrobianos. Sulfas y otros antisépticos |
| 8 | Anestésicos generales | 33 | Penicilinas y cefalosporinas |
| 9 | Anestésicos locales | 34 | Antutuberculosos y antileprosos |
| 10 | Hipnóticos | 35 | Antivirales |
| 11 | Sedantes | 36 | Antifúngicos |
| 12 | Antiepilépticos | 37 | Citostáticos e inmunosupresores. Antitumorales |
| 13 | Antiparkinsoniano | 38 | Anticoagulantes, antitrombóticos y trombolíticos |
| 14 | Analgésicos | 39 | Drogas tiroideas y antitiroideas |
| 15 | Antagonistas opiáceos | 40 | Estrógenos y progestágenos |
| 16 | Estimulantes del sistema nervioso central | 41 | Andrógenos y esteroides anabólicos |
| 17 | Antihistamínicos y serotoninérgicos | 42 | Hipoglucemiantes |
| 18 | Prostaglandinas y análogos | 43 | Corticosteroides |
| 19 | Analgésicos-antipiréticos y antinflamatorios | 44 | Vitaminas hidro y liposolubles |
| 20 | Drogas digitálicas | 45 | Auxinas |
| 21 | Anti arrítmicos | 46 | Antagonistas del calcio |
| 22 | Antihipertensivos | 47 | Antihipertensivos |
| 23 | Vasodilatadores | 48 | Antiretrovirales |
| 24 | Drogas anti lipoproteinémicas | 49 | Anti HIV |
| 25 | Diuréticos. Inhibidores del transporte tubular |  |  |

En el caso de las actividades o categorías farmacológicas que presentan compuestos con mayor diversidad estructural, como por ejemplo, antihipertensivos o analgésicos entre otras posibles, se les animaba sin carácter evaluativo, a intentar establecer una relación entre las diferentes estructuras halladas y la actividad biológica que seleccionaron. En más de un caso, aunque sin la precisión experta, un grupo de estudiantes se animó a realizar ese estudio comparativo en los que demostraron iniciativa y capacidad de análisis.

Cada estudiante recibió para la ejecución de su tarea una plantilla con las especificaciones de cada aspecto que debían elaborar. Se incluye en el recuadro el conjunto de indicaciones que debían cumplir para alcanzar los objetivos deseados.

# 

|  |
| --- |
| Asignatura: Química general y orgánica.Trabajo de curso 2018-2019Autor (a):Tema: Compuestos con acción [actividad biológica]Introducción [La introducción no será mayor de dos páginas y debe incluir una reseña general de la actividad biológica abordada, posibles mecanismos de acción en esa actividad, efectos colaterales más comunes, efectos tóxicos más frecuentes, etc. Por ejemplo: prurito, teratógeno, hepatotóxico, etc.]  Ejemplo de formato de cada ficha: Nombre químico: Ácido 2-acetoxi-benzoico*Nombre común:* Aspirina*Fórmula general:* C9H8O4*Fórmula desarrollada:*   Figura 1. Aspirina. *Usos* [Ej. Antinflamatorio, antipirético, analgésico, antiagregante plaquetario] *Actividades fundamentales (caso de poseer más de una fundamental, no colateral):* [Se expresa como dosis, IC50, CIM (Concentración Inhibitoria Mínima), etc.  Ej:  Dosis como antiinflamatorio (mg/Kg):  Dosis como antipirético (mg/Kg):  Dosis como analgésico (mg/Kg):  IC50:  CIM: *Otras* Tanto en la dosis como en las restantes formas de expresión de la actividad, se debe señalar la magnitud del valor de la actividad. *Toxicidad*. [Ej: trastornos gastrointestinales, hepatotoxicidad, etc. y de ser posible, la dosis. Cualquier información que pueda resultar de interés para un posible lector interesado, tal como el índice terapéutico o la dosis letal media (LD50), debe incluirse para que el trabajo posea un mayor valor agregado] *Propiedades químico-físicas:*  Incluye, pero no se limita a, punto de ebullición, solubilidad en agua y/o disolvente orgánico, coeficiente de partición logPo/w, refractividad molecular, otras.  Ej:  Punto de fusión (oC):  Punto de ebullición (oC):  Solubilidad en agua (mg/mL):  Log Po/w:  Refractividad Molecular:  Índice de refracción:  Otras: *Otras actividades biológicas:* [Ej: Antiagregante plaquetario, analgésico, antipirético] *Acción inhibitoria.* [Inhibidor de cicloxigenasa, inhibidor de la agregación plaquetaria, etc.] *Referencias* [Emplear la norma ISO 690 – Referencia numérica] |

Recuadro . Plantilla del trabajo extra clase.

Como se puede inferir de la estructura concebida para el trabajo extra clase, el resultado principal se centra en el desarrollo de diferentes habilidades a la par que de manera autodidacta-dirigida, el estudiante adquiere nuevos conocimientos y va perfilando su trabajo con un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario. Debe también cumplir los objetivos del plan de estudios y contribuir a la construcción del conocimiento, al desarrollo de habilidades y capacidades, así como valores inherentes a su formación profesional y ciudadana, de forma activa, creadora y crítica y reflexiva.

Como habilidades, se le brinda la oportunidad de realizar búsquedas bibliográficas de diferentes fuentes, tanto en español como inglés, redactar informes, trabajar con programas profesionales de visualización de estructuras químicas y manipularlas salvando en diferentes formatos, pues debían entregar los ficheros en formato *\*.mol* e insertar la estructura en formato grafico a su elección (\*.gij, \*.tiff, \*.jpg, etc.) en el documento; se familiarizan con las propiedades químico-físicas de sustancias químicas orgánicas, comienzan a asociar los temas de química con otras asignaturas como la bioquímica y las bases de datos. El trabajo permitió valorar que el estudiante alcanzó los conocimientos, habilidades y competencias necesarias.

Este enfoque para la evaluación, tiene fuerte vínculo con el método de la clase invertida o *flipped classroom*, por crear, a partir de las TIC´s, un entorno de aprendizaje abierto y flexible que le brinda al estudiante de cualquier nivel, la oportunidad de desarrollar su independencia en un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador diferente de la actitud pasiva dentro de la relación tradicional profesor-estudiante en la que aquel enfrenta a los alumnos con su discurso y los segundos reciben pasivamente la información que deberán procesar *a posteriori*.

Son diferentes los trabajos que abordan el método de *flipped classroom* en el ámbito latinoamericano. Así por ejemplo, Perdomo realizó un estudio cualitativo en el que abordó posturas, perspectivas y evidencias (Perdomo-Rodríguez, 2016). Concluye el autor que el modelo prima por una asertiva comunicación, así como la orientación docente, el trabajo autónomo y colaborativo de los estudiantes.

Otros como Aguilera y cols. (Cristian Aguilera-Ruiz, 2017), aunque lo califican como *nuevo e innovador modelo*, concluyen que es primordial la innovación en la educación por lo aburrido que resulta a los jóvenes de hoy las técnicas educativas clásicas, por lo que para esos autores se necesitan *nuevos métodos que preparen al alumnado para enfrentarse a un mundo real donde poder aplicar sin dificultad aquellos conocimientos que en muchos casos se olvidan o no se proyectan en dicho mundo real.*

Ese mundo real es para el futuro ingeniero en bioinformática, como parte de su misión, el que asocia las ciencias de la vida y los problemas cotidianos de salud humana, animal, vegetal y en general la medioambiental, con las ciencias informáticas.

Según Monroy y col. (Mireya Monroy-Carreño, 2019) *el aula invertida* –que en nuestra experiencia lo constituye el trabajo extra clase- *fomenta el trabajo colaborativo en los estudiantes, mejora el aprendizaje de los contenidos, inclusive los alumnos son capaces de recordar, hacer listados, de relacionar y aplicar sus conocimientos en su contexto*, es decir, se alcanza a desarrollar un conjunto de habilidades que con el trabajo extra clase orientado, se logra también, al vincularlos con situaciones de la vida real.

Ya en nuestro ámbito encontramos como Benítez y cols (Yanelis Benítez-Fernández, 2009). proponen una tarea extra clase desarrolladora que debe cumplir seis aspectos importantes tales como que permitan modelar rasgos fundamentales de la actividad científica investigadora, que representen problemas significativos para el estudiante y la sociedad, que potencien la motivación intrínseca, que permitan el trabajo interdisciplinario, que favorezcan el trabajo en equipo, que contribuyan a la formación de valores.

Las interacciones con los estudiantes fueron siempre muy activas, tanto dentro como fuera del aula, y estos mostraron interés, entusiasmo y compromiso creciente en la medida que se aproximaba el momento de la presentación de los resultados del trabajo ante el tribunal evaluador de tres profesores y el público integrado por sus compañeros del colectivo.

CONCLUSIONES

La evaluación de una disciplina o de una asignatura no puede considerarse un hecho puntual si no un proceso en que se mida el desarrollo de habilidades y métodos de trabajo del profesional en formación; atendiendo a esto y a la necesidad de favorecer la formación de las habilidades profesional del futuro ingeniero en bioinformática se utilizó el trabajo extra clase para culminar la asignatura Química General y Orgánica, con una estructura que les permitió a los estudiantes adentrarse en los aspectos que deberán aplicar en su futuro desempeño, demostrando el dominio de los conceptos de la ciencia química y las posibilidades que le brinda el uso de productos informáticos para el análisis y estudio de los grupos farmacológicos y la estimación de propiedades químicas y estructuras de los compuestos estudiados, con una concepción interdisciplinar del proceso que tuvo mucha aceptación entre los estudiantes que demostraron los avances alcanzados en el trabajo de la asignatura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Comisión Nacional de Carrera . (2016). *Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería en Bioinformática.* Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana: Ministerio de Educación Superior, . Recuperado el 12 de 2018

Comisión Nacional de Carrera. (2016). *Plan de Estudios de Ingeniería en Bioinformática. Disciplina Química. Objetivos Instructivos.* La Habana: MES. Recuperado el 12 de 2018

Cristian Aguilera-Ruiz, A. M.-L.-M.-S.-Y. (2017). EL MODELO FLIPPED CLASSROOM. *INFAD Revista de Psicología*(3), 261-266. Obtenido de www.redalyc.org/pdf/3498/349853537027.pdf

Galiano, J. E. (2015). *ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO.* (O. E. Dept. de Didáctica, Ed.) España: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado el 3 de Febrero de 2019, de http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Jgaliano

Lage-Dávila, A. (2013). *La economía del conocimiento y el socialismo.* La Habana: Citmatel / Academia.

Mireya Monroy-Carreño, P. M.-C. (2019). El aula invertida versus método tradicional: En la calidad del aprendizaje. *Revista Electrónica sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, 6*(11). Obtenido de www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/692

Perdomo-Rodríguez, W. (Marzo de 2016). ESTUDIO DE EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN UN AULA BAJO EL MODELO FLIPPED CLASSROOM. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*(55), 18. Recuperado el Enero de 2019, de http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/618/Edutec\_n55\_Perdomo

Robinson, S. K. (s.f.). *http://sirkenrobinson.com/category/interview/* .

Robinson, S. K. (s.f.). *interview*. Recuperado el febrero de 2019, de http://sirkenrobinson.com/category/interview/

Yanelis Benítez-Fernández, R. F.-G. (2009). Una propuesta de tarea extraclase desarrolladora para matemática I y física I y II en el polo productivo de bioinformática de la UCI. *Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação, 50*(4).