



LA UTILIDAD ACADÉMICA DE LA SIMULACIÓN COMPUTACIONAL EN BIOLOGÍA

Arturo Reyes Lazalde
arturoreyeslazalde@gmail.com

Rosa María Reyes Chaperó
romarec2008@hotmail.com

María Eugenia Pérez Bonilla
bonillaeugenia@gmail.com

RESUMEN

El rezago académico, abandono de la carrera y bajo índice de titulación en la licenciatura en biología está relacionado estrechamente con las condiciones particulares de los alumnos, particularmente con la disponibilidad de tiempo para participar en proyectos experimentales, debido a las restricciones de tiempo, que por cuestiones familiares, económicas, psicológicas, laborales y de salud, les impiden cumplir con las jornadas y horarios establecidos. Una alternativa factible para dicha problemática es la participación en proyectos teóricos. En este caso, una de las líneas de investigación es la elaboración de programas computacionales interactivos para la simulación de procesos biofísicos celulares con fines de enseñanza-aprendizaje en el nivel superior. En este trabajo se comparte la experiencia exitosa obtenida en el transcurso de los últimos 18 meses, en el laboratorio de biología interactiva con la asesoría individualizada de doce alumnos de la licenciatura en biología. Como resultado se obtuvo la primera versión de 30 simuladores, los alumnos mejoraron su promedio general, avanzaron en su trayectoria escolar, formación científica, cuatro de ellos obtuvieron el grado de biólogo, un caso se contactó y canalizó para continuar estudios de posgrado en el programa de doctorado directo de la UNAM. Se concluye que la realización de proyectos teóricos ofrece múltiples ventajas académicas y científicas.

Palabras clave: Simulación computacional, simuladores computacionales, biofísica computacional.

Planteamiento del problema



Los alumnos que carecen de las condiciones, tiempo y coincidencia de horarios para participar en proyectos experimentales, reprobaban los cursos, en ocasiones reiteradamente, disminuyen su promedio general, rezagan sus trayectorias escolares, no logran titularse y en ocasiones abandonan la carrera. En este trabajo se presentan los resultados positivos obtenidos en el transcurso de los últimos 18 meses, con doce estudiantes, mediante la participación en proyectos teóricos.

Justificación

La limitación del financiamiento, recursos didácticos y oportunidades en el ámbito laboral y académico del país en el área de las ciencias biológicas, exige la optimización del tiempo invertido en la preparación profesional y científica de los estudiantes. Una de las alternativas factibles para obtener la titulación en el lapso de 5-6 años de haber ingresado es la participación en proyectos teóricos de tesis.

Fundamentación teórica

La pertinencia, importancia e impacto de la simulación o modelado computacional en lo que se conoce como práctica virtual o experimentación "*in silico*" (Morán, 2010), quedó manifiesta con el otorgamiento del Premio Nobel 2013, en la categoría de Química, a los Dres. Martin Karplus, Michael Levitt y Ariel Warshell por el desarrollo de modelos multiescala para sistemas químicos complejos. La revista Science premió al profesor Margus Pedaste y cols. por el diseño de un programa para aprender ciencias investigando, basado en la combinación de simulaciones, experimentos virtuales y material multimedia (citado por Lazarte y Silva, 2014).

Objetivos

Elaborar productos didácticos propios para facilitar la enseñanza-aprendizaje de la temática de la materia de biofísica; contribuir en el mejoramiento de los índices de retención y titulación estudiantil e impactar favorablemente en la formación académica y científica de los alumnos facilitando el manejo de los temas.

Metodología

Muestra estudiantil: Integrada por doce estudiantes de la licenciatura en biología de la Escuela de biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. La muestra estuvo integrada por 75% de mujeres y 25% de hombres. Pertenecientes a cinco generaciones de ingreso diferentes; el 50% a la generación 2009, el 25% a la generación 2010 y el 8.33% a las generaciones 2004, 2008 y 2012.

Impartición de cursos extracurriculares: En los últimos años, semestralmente se imparten dos cursos-taller extracurriculares básicos, uno sobre manejo del programa Visual Basic® para la programación por objetos y otro sobre la resolución de ecuaciones matemáticas por computadora. Ambos cursos enfocados en temas biológicos, se



ofrecen a los alumnos inscritos en los cursos de Biofísica, asignatura obligatoria del cuarto año de la carrera, en el eje de biología experimental.

Resultados

Avances académicos de los participantes en proyectos teóricos de biofísica celular en el laboratorio de Biología Interactiva

Se presentan los avances académicos curriculares, extracurriculares y la obtención del grado de licenciatura de los participantes en proyectos teóricos de biofísica celular en el laboratorio de Biología Interactiva. En la tabla 1 se resumen los datos de la generación, género, materia curricular o programa extracurricular, vía de titulación, status académico y la ocupación actual de cada uno de los alumnos.

Avances curriculares: Las cuatro asignaturas: Investigación Experimental I (tesis I), Investigación Experimental II (tesis II), Práctica profesional (PP) y el Servicio social (SS) son materias obligatorias del plan curricular de la licenciatura. La práctica profesional equivale a cinco créditos y las tres restantes a diez créditos. Por número de créditos, la licenciatura en biología consta de un mínimo y máximo de 290-294; 193 de ellos correspondientes al Nivel básico y 102-107 al eje formativo. Por materias, el plan consta de 45-46 asignaturas; 31 del básico y 14-15 del eje formativo.

Obtención del grado de licenciatura: En el transcurso del último año, se titularon cuatro alumnos (33.33%), tres de ellos mediante la defensa del proyecto de tesis y una por la vía automática por alto promedio con presentación de tesina.

Ocupación actual: Dos de los cuatro titulados laboran como docentes en el nivel medio superior, Uno en la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) del estado y la alumna restante recién ingresó al programa de doctorado directo del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM.

Formación extra-curricular: Para promover la investigación científica, la VIEP-BUAP convoca cada ciclo escolar a los interesados en participar en proyectos de investigación dirigidos por profesores pertenecientes al Padrón de Investigadores de la VIEP, los estudiantes aceptados reciben una beca económica de mil pesos mensuales, con el compromiso de presentar el proyecto, tanto en versión en extenso, como en cartel.



| GEN: | G: | CURRIC: | VÍA TITULACIÓN: | STATUS ACAD: | OCUPACIÓN ACTUAL: | |
|------|------|---------|--|----------------------|-------------------------|--|
| 1 | 2004 | M | TESIS | TITULADO POR TESIS | BIÓLOGO | LABORA EN SAGARPA |
| 2 | 2008 | F | TESIS | TITULADA POR TESIS | BIÓLOGA | LABORA EN DOCENCIA |
| 3 | 2009 | F | TESIS I TESIS II VIEP I VIEP II TESINA | TITULADA PROMEDIO | ESTUDIANTE DOCTORADO | INGRESO A DOCTORADO DIRECTO IFC-UNAM |
| 4 | 2009 | F | TESIS | TITULADA POR TESIS | BIÓLOGA | LABORA EN DOCENCIA |
| 5 | 2009 | M | SS TESIS I | POR TESIS | PASANTE | TESIS EN CURSO |
| 6 | 2009 | M | SS | POR TESIS | ESTUDIANTE LIC | SS EN CURSO |
| 7 | 2009 | F | TESIS | POR TESIS | ESTUDIANTE LIC | TESIS EN CURSO |
| 8 | 2009 | F | SS | POR TESIS | ESTUDIANTE LIC | SS EN CURSO |
| 9 | 2010 | F | TESIS | POR TESIS | PASANTE | EN REVISIÓN SINODALES |
| 10 | 2010 | F | TESIS | POR TESIS | PASANTE | TESIS EN FASE FINAL |
| 11 | 2010 | F | PP | POR TESIS | ESTUDIANTE LIC | PP EN CURSO |
| 12 | 2012 | F | VIEP I | POR TESIS | ESTUDIANTE LIC | ESTUDIANTE DE 3er. AÑO |

Tabla 1. Relación de los avances académicos de los doce alumnos participantes en proyectos teóricos de biofísica celular en el laboratorio de Biología Interactiva. En total se generaron 30 programas interactivos de simulación de procesos biofísicos.

Siglas: GEN: generación; G: género; Acad: académico; M: masculino; F: femenino; VIEP: Vicerrectoría de investigación y estudios de posgrado de la BUAP; IFC: Instituto de fisiología celular; Lic: licenciatura; SS: servicio social; PP: práctica profesional.

Elaboración de simuladores computacionales interactivos:

Se diseñaron y desarrollaron 30 programas computacionales interactivos de simulación de procesos biofísicos celulares para la enseñanza-aprendizaje de los temas correspondientes; 22 de ellos fueron presentados en congresos nacionales en la modalidad de trabajos en extenso (formato de cinco páginas) y presentación por los alumnos en cartel:

1. Cinética de canales de voltaje de la neurona piramidal
2. Conductancias sinápticas en el sistema nervioso central
3. Contracción muscular
4. Corriente A en neuronas piramidales de rata
5. Corriente de sodio registrada en el nodo sinusal de corazón de conejo
6. Corriente iónica funny del nodo sinusal del corazón
7. Corriente iónica lenta de calcio en miocito marcapaso
8. Corriente M en neuronas piramidales de rata
9. Corrientes de calcio tipo T del núcleo geniculado lateral del gato
10. Corrientes iónicas del axón gigante de calamar
11. Flujo de calcio por las bombas PMCA y SERCA
12. Fotorrespuesta en nervio óptico de rata



13. Los procesos de difusión en neurociencias
14. Mecanismos vasomotores de la arteria pulmonar
15. Modelo de Fitzhugh-Nagumo de neuronas en stella para iPad
16. Modelo electrofisiológico del músculo de percebe
17. Potencial de acción cardíaco
18. Potencial de acción cardíaco en el nodo sinusal y haz de His de conejo
19. Presión sanguínea en las cavidades cardíacas
20. Protocolo de inactivación de corrientes iónicas con neuron
21. Regulación de la concentración de calcio por rianodina e IP_3
22. Uso del programa stella en sistemas biológicos complejos

Discusión

Mediante la dinámica referida, los alumnos adquieren herramientas técnicas que les facilitan la comprensión de los procesos biofísicos, eliminando los prejuicios sobre la dificultad disciplinaria, que los lleva a reconsiderar la conveniencia de desarrollar simuladores computacionales y solicitar su incorporación en proyectos, con el fin de realizar práctica profesional, servicio social, tesis profesional y/o participación en el programa de becas de la VIEP. Uno de los requisitos críticos para obtener la beca VIEP es tener promedio general de 9, sólo dos de los doce alumnos cumplieron este criterio. Los simuladores por sí mismos, no sustituyen al docente, se requiere la guía para la optimización y adecuado aprovechamiento del material.

Conclusiones

El software educativo ofrece un entorno dinámico de trabajo, sensible a las circunstancias particulares de los estudiantes, con diversas posibilidades de interacción y que favorece el trabajo autónomo. En general, la realización de proyectos computacionales ofrece múltiples ventajas académicas y científicas. En particular, se generaron 30 programas computacionales interactivos de simulación de corrientes iónicas en células excitables. El 33.33% de los alumnos obtuvieron el grado de biólogo en un máximo de 15 meses. El 50% de los alumnos acreditaron de 1- 4 materias del plan curricular de la licenciatura y se obtuvieron tres becas VIEP.

Referencias bibliográficas

Lazarte AI y Silva AM. 2014. Investigación asistida por computadora para alumnos de biofísica. Rev elec didac en educ Sup. 7: 1-11. ISSN: 1853-3159.

Morán F. 2010. Modelización de sistemas biológicos. Cap. 5. UCM (Universidad Complutense de Madrid). 208-221. <http://solea.quim.ucm.es/fmoran/publications/librobiofisica/chap5.pdf>

Varona-Martínez P. 1997. Escalas, modelos y técnicas de simulación en neurociencia computacional. Tesis doctoral. Departamento de Ingeniería Informática. Universidad Autónoma de Madrid. 168 pgs.