



---

**CONGRESO  
IBEROAMERICANO**  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

---

**CONGRESSO  
IBERO-AMERICANO**  
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

## **Enseñanza del modelado de crecimiento poblacional usando herramientas *cloud computing*.**

ROJAS-RESÉNDIZ, A; SOTOMAYOR-OLMEDO, A.

## **Enseñanza del modelado de crecimiento poblacional usando herramientas *cloud computing*.**

Andrea Liliana Rojas-Reséndiz, Artemio Sotomayor-Olmedo.

División de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro

[rojas.andrea.lr@gmail.com](mailto:rojas.andrea.lr@gmail.com), [artemiosotomayor@gmail.com](mailto:artemiosotomayor@gmail.com)

Durante los últimos años el proceso de enseñanza-aprendizaje han evolucionado apoyándose en las herramientas de tecnología de la información y comunicación (TIC's). Este trabajo presenta una experiencia didáctica en la clase de Formación Ambiental, impartida a los alumnos de sexto semestre de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro Plantel Sur en México. Las actividades realizadas por los estudiantes consisten en monitorear, medir y observar el crecimiento de una población de mosca *Drosophila melanogaster*, considerando la temperatura como factor de influencia. En el experimento cada equipo tiene a su cargo un recipiente donde se cultivaron las moscas a diferentes rangos de temperaturas y, diariamente se registraron los datos, mediciones u observaciones en una hoja de cálculo en línea, allí también se implementaron las operaciones necesarias, para obtener las curvas de tolerancia y se calcularon los valores mínimos, máximos y promedio de crecimiento. Al final de este ejercicio los estudiantes fueron capaces de identificarán las condiciones óptimas de crecimiento de la población y su relación con las variables de influencia, esto permitió construir por equipo e individualmente un concepto propio de crecimiento poblacional y valores de tolerancia.

### **I. Introducción**

La enseñanza de estadística y su aplicación no es un proceso trivial, debido a la integración de conceptos provenientes de otras áreas del conocimiento. En este trabajo se presenta una propuesta didáctica, que se implementó en la clase de Formación Ambiental que es impartida en 6to semestre de bachillerato de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Dicha propuesta trata el tema de crecimiento de poblaciones, tomando como caso de estudio el crecimiento de moscas "*drosophila melanogaster*" considerando la temperatura como el principal factor ambiental y su correlación con el desarrollo de la población, al mismo tiempo este tema es tratado con un enfoque constructivista utilizando herramientas de "*cloud computing*" que permiten adquirir las capacidades necesarias para la obtención de los conocimientos. El resultado es una propuesta didáctica donde se observa la integración de áreas como: la ecología, la química, la biología, la estadística e incluso la computación. Esta es una propuesta de solución

para los problemas didácticos a los que nos enfrentamos profesores de nivel bachillerato.

Este trabajo tiene como objetivo integrar las aplicaciones de cloud computing para el modelado de crecimiento de población observando el comportamiento de la mosca "*Drosophila melanogaster*", donde los estudiantes comprendan la dinámica de crecimiento biológico de las poblaciones e identificar los factores de tiempo, alimentos y temperatura y cómo estos determinan su crecimiento. En el método de enseñanza, fue basado en el aprendizaje significativo promoviendo la apropiación individual y colectiva los conceptos clave y relacionándole con otras áreas del conocimiento.

En el marco de este trabajo, el paradigma dominante en la educación actual es el constructivismo [6], el constructivismo se basa en la experiencia pre-existente de conocimiento denominado habilidades o competencias. Al mismo tiempo estas competencias se dividen básicamente en dos categorías genéricas y disciplinarias. Una competencia genérica podría ser aplicada directamente en casi cualquier campo, en cambio una competencia de la disciplina está limitada a un área específica. Por ejemplo el uso de un navegador web o una hoja de cálculo se ponderaron como habilidades y actividades genéricas y controlar las condiciones ambientales se consideran disciplinarias.

## II. Trabajos relacionados

En esta sección se presenta un conjunto investigaciones relacionadas a lo largo de varios niveles educativos teniendo en cuenta las siguientes características: lecciones aprendidas, metodología didáctica, herramientas de escritorio, herramientas de "*cloud computing*" y algunas otras cosas.

Este trabajo se centra en la competencia del estudiante de aplicación cloud computing para la educación. Una comparación de la nube y aplicaciones de escritorio se han realizado y la búsqueda de las siguientes ventajas: ubicuidad, almacenamiento distribuido, de acceso fuera de línea, los costos y bajos requerimientos de hardware [3].

Las técnicas y herramientas que utilizan en la enseñanza han ido evolucionando fomentado principalmente por avances de la TI, en este artículo se muestra el uso de los navegadores web, web y aplicaciones en la nube para la educación. Algunas de las ventajas son expuestas, por ejemplo, cero pago de regalías, que se extiende la vida de las viejas computadoras, reducción de costos. Por otro lado algunos inconvenientes identificados son la intervención del Estado si se considera algo amenazante [2].

Un marco para los cursos de computación en nube se describe en este trabajo. Sugiere que cualquier curso debe requerir una introducción para los estudiantes y los profesores también. Este marco se centra en la función de plataforma como servicio (PaaS) en el lado tecnológico y también explicó los servicios de vigilancia, seguridad, redundancia, capacidad de recuperación, y Recuperación de Fallas [1].

En el trabajo de Gili Marbach-Ad y Phillip G. Sokolove se presenta una comparación entre el trabajo colaborativo y el trabajo de "enseñanza tradicional" y su objetivo principal era que los estudiantes realizarán cuestionamientos de alto nivel después de leer uno o varios capítulos del mismo libro de texto, pues el hacer preguntas ayudan a desarrollar la capacidad de autonomía en los estudiantes, partiendo de la premisa de que la buena ciencia comienza con buenas preguntas. Para elaborar la comparación de las preguntas se utilizó la misma clasificación, con poblaciones de estudiantes

comparables. Concluyendo que los estudiantes que desarrollaron preguntas más asertivas, fueron aquellos que trabajaron de una manera colaborativa. Adicionalmente en este artículo se menciona que al trabajar de manera activa se invierte más tiempo y por ende no siempre se logra cubrir la totalidad de los temas del curso. Sin embargo, la cobertura no es el único objetivo importante en la enseñanza, y es deseable crear en el estudiante la capacidad de pensar y analizar, independientemente del método de instrucción utilizado; las preguntas de los estudiantes permiten entender lo que los estudiantes tienen en mente y ayudan a comprender de mejor manera las ideas y nuevos conceptos [7].

En el trabajo de Knigh y Wood (2005) llevaron a cabo un experimento para determinar el aprovechamiento del aprendizaje de los estudiantes en un curso de biología tradicional en el 2003 contrastándolo con uno más interactivo en el 2004. Durante el curso del 2004 se trabajó con la disminución de dar exposición del profesor frente al grupo y además de la participación del estudiante y resolución cooperativa de problemas durante el tiempo de clase. Para la evaluación de dichos cursos se utilizó el rendimiento en pruebas estandarizadas previas y posteriores. Los resultados mostraron mayores logros en el aprendizaje, así como una mejor comprensión conceptual en el curso más interactivo, por último para comprobar reproducibilidad, se repitió el curso interactivo durante el 2005 obteniendo resultados similares a los del curso realizado en 2004. Proponiendo así un modelo general para la enseñanza de los cursos de biología que incorpora la participación interactiva y el trabajo cooperativo en lugar de la exposición por parte del docente frente al grupo, al tiempo que conserva el contenido del curso al exigir una mayor responsabilidad de los estudiantes para el aprendizaje fuera de clase [6].

En 2009 Wood plantea una serie de cambios y prácticas en la enseñanza de la biología en los alumnos de. Este trabajo es impulsado por las preocupaciones sobre la competitividad de Estados Unidos de Norteamérica, así como los resultados de la investigación educativa reciente, y explica por qué los enfoques tradicionales de enseñanza en las clases con grupos grandes no llegan a la mayoría de los estudiantes y proporciona una base para el diseño de mejores métodos de instrucción. Su investigación educativa toma como base las competencias disciplinares en la biología y áreas relacionadas, este trabajo ha identificado varias prácticas prometedoras e innovadoras demostrando su eficacia para aumentar el aprendizaje del estudiante. Su adopción generalizada podría tener un impacto importante en la formación introductoria de estudiantes de biología [5].

En 2012 se realizó una investigación del trabajo y aprendizaje de estudiantes de preparatoria en el laboratorio de biología, mediante una estructura descrita en un manual de prácticas con experiencias basadas en auténtica investigación. El curso de

investigación tiene como características: un solo enfoque de la investigación, preguntas de investigación con las respuestas desconocidos, determinados diseños experimentales, y la colaboración entre los compañeros de laboratorio. Como conclusión se encontró que los estudiantes en el laboratorio basado en la investigación tuvieron actitudes más positivas, mayor auto-confianza en las tareas de laboratorio, y el aumento de interés continuar con futuras investigaciones [8].

### **III. Materiales y Métodos**

Para la realización de esta propuesta didáctica en el curso denominado "Formación Ambiental", impartido a los alumnos del sexto semestre de preparatoria, cuyas edades oscilan entre los 16 y 18 años en la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro en México, se utilizan las herramientas de cloud computing de Google Drive con su hoja de cálculo.

#### **A. Consideraciones generales**

En este trabajo todo el grupo se dividió en equipos, de cinco o seis estudiantes cada uno. Con el fin de desarrollar las competencias genéricas como el trabajo en equipo, la lectura, la escritura y el uso de aplicaciones de cloud computing. Complementario a ello, el estudiante debe desarrollar habilidades disciplinarias como el concepto de crecimiento demográfico, trazar gráficos, interpretación de resultados y el nivel de importancia de cada variable sobre la dinámica poblacional de crecimiento, y la aplicación de la tecnología en una aplicación fija.

#### **B. Procedimiento**

- 1) Cada estudiante debe tener una cuenta válida de correo electrónico.
- 2) Un estudiante por grupo debe registrar una cuenta de Google Apps.
- 3) Cada equipo debe depositar una pieza de fruta (plátano, tomate o manzana) en una botella seca. Luego las botellas deben ser abiertas (varios días), mientras que aparece la primera cría de "*Drosophila melanogaster*".
- 4) Después cada botella debe sellarse mediante bandas de plástico y ligas, el plástico debe tener la cantidad suficiente de agujeros para la circulación del aire para así evitar que la mosca "*Drosophila melanogaster*" se escape.
- 5) Después de la aparición de la primera mosca que vuela se debe comenzar un conteo de diez días.
  - a. Por cada día, cada equipo debe contar el número de moscas en cada botella.
  - b. Las botellas se establecen en varias temperaturas de 10 a 50 grados Celsius.
- 6) Cada equipo registra su resultado en una hoja de cálculo alojado en Google Drive.
- 7) Cada equipo realiza el cálculo y traza los gráficos correspondientes.
- 8) Al final del décimo día el producto resultante sería incorporar al material en una composta.
- 9) Cada equipo debe lavar sus botellas.

10) Las principales gráficas obtenidas son las curvas de tolerancia de temperatura mediante el cálculo de la media, temperaturas máximas y mínimas que determinan un factor para el crecimiento de la población óptima de las moscas "*Drosophila melanogaster*".

11) Un informe escrito debe ser generado para cada grupo.

12) Finalmente una encuesta de retroalimentación proporcionada por el profesor al estudiante. Esta encuesta debe proporcionar la información para inferir el grado de adquisición de todas las competencias y determinar si los objetivos fueron satisfactorios.

En éste enfoque el estudiante incorpora la teoría y el aspecto práctico de la dinámica de las poblaciones de crecimiento, observando directamente los factores de tiempo y temperatura y cómo determinar la dinámica de crecimiento de población.

#### IV. Resultados

Usando la Información y las herramientas de la tecnología: Después de la evaluación del uso de Google Drive el 64% de los alumnos opinaron que su experiencia en Google Drives fue aceptable debido a que lo consideraron el ahorro de tiempo y de esfuerzo así como las operaciones específicas de Google Drives como se muestra en la Fig. 1.

Al preguntar sobre la relevancia de la disponibilidad de los datos la mayoría el 97% creen que es importante, como se muestra en la Fig. 2. Sin embargo tan solo el 55% creen que para llevar un record de datos las herramientas cloud computing son de mayor utilidad que los métodos tradicionales, mostrándolo en la Fig. 3.

¿Cómo evalúas tu experiencia en el uso de Google Drives?

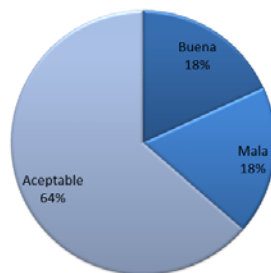


Fig. 1. Los estudiantes califican la experiencia en el manejo de Google Drives.

¿Consideras una característica relevante para el trabajo en equipo la disponibilidad de sus datos a través de la nube?

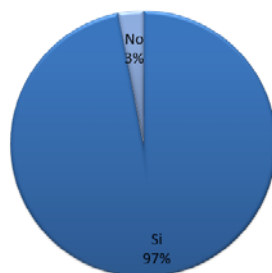


Fig. 2. La disponibilidad de datos en la nube para trabajar en equipo.

¿Qué herramienta consideras como la mejor manera de registrar las mediciones y observaciones de todos los días?

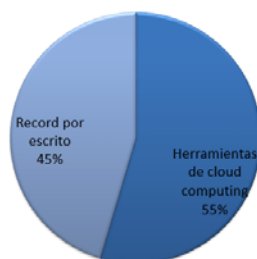


Fig. 3. La mejor manera de registrar las mediciones y observaciones diarias.

Objetivos didácticos: El 73% de los estudiantes obtuvieron una respuesta aceptable del comportamiento de las gráficas de crecimiento, de acuerdo con las observaciones realizadas durante el experimento. Mientras que el 5% recuperó la información obtenida en la clase teórica.

En la evaluación los conceptos de temperatura máxima de tolerancia 42.2% de los estudiantes respondieron un valor directo, un 24.3% construyeron una definición propia; el 21.2% construyeron su propia definición, pero la acotaron a la experiencia de la práctica. Finalmente el 21.1% respondieron con una definición errónea.

TABLA I  
RESUMEN DE RESULTADOS

Tipo de respuestas	Conceptos		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura optima
Respuestas correctas	24.2%	33.3%	36.4%
Respuesta acotada al proyecto	21.2%	15.2%	27.3%
Valores numéricos	42.4%	48.5%	36.4%
Respuestas incorrectas	12.1%	3.0%	0.0%

## V. Discusión de resultados

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica novedosa para la enseñanza de la estadística para estudiantes de preparatoria utilizando herramientas de cloud computing, puntualmente Google Drive. La mayoría de los estudiantes evaluaron positivamente el uso de una hoja de cálculo en línea para automatizar tareas iterativas y la implementación de fórmulas estadísticas. Aunque las ventajas antes mencionadas son positivas y cerca de la mitad de los alumnos aún prefieren realizar a mano los registros de resultado y elaboración de bitácoras, este hecho puede explicarse por las siguientes razones: existe resistencia al cambio, no se está familiarizado con el uso las aplicaciones web, problemas de conectividad, entre otros.

En la evaluación de la construcción del conocimiento, la mayor parte de los estudiantes obtuvieron resultados aceptables y fueron capaces de crear un concepto correcto del crecimiento de una población y factores de influencia. Este hecho no debe de ignorarse pues el proceso de enseñanza aprendizaje no es un proceso trivial. Los estudiantes que no obtuvieron los resultados adecuados o no construyeron adecuadamente sus definiciones presentan problemas de lectura o no siguieron las instrucciones planteadas. Aun así el uso de herramientas de cloud computing para el modelado de poblaciones ha mostrado tener un resultado superior al de las prácticas tradicionales.

## VI. Conclusiones y futuro trabajo

De acuerdo a los resultados y la discusión el uso de herramientas de *cloud computing*, permite a los alumnos trabajar de forma distribuida y colaborativa de forma prácticamente gratuita al mismo tiempo que permite automatizar tareas repetitivas o iterativas. Al mismo tiempo estas herramientas le permiten al docente priorizar las actividades frente al grupo y centrarse en los objetivos didácticos, desarrollar nuevas estrategias de enseñanza. Adicionalmente los alumnos al interactuar con aplicaciones de *cloud computing* fuera del salón de clases facilitan la construcción del conocimiento y la diversificación de los procesos cognitivos. Adicionalmente el encontrar el balance adecuado entre el uso de la tecnología y el desarrollo de ejercicios al interior del salón de clases es un proceso continuo sigue siendo un área de oportunidad para futuras investigaciones y reportes.

## Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen ampliamente el apoyo y financiamiento por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ) en México, para desarrollar esta investigación y su apoyo al interior de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ).

## Referencias

- [1] Sommerville, I. (2013). Teaching cloud computing: a software engineering perspective. *Journal of Systems and Software*, 86(9), 2330-2332.
- [2] Sultan, N. (2010). Cloud computing for education: A new dawn?. *International Journal of Information Management*, 30(2), 109-116.
- [3] Jalali, M., Bouyer, A., Arasteh, B., & Moloudi, M. (2013). The Effect of Cloud Computing Technology in Personalization and Education Improvements and its



Challenges. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 83, 655-658.

- [4] Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada: Universidad de Granada.
- [5] Wood, W. B. (2009). Innovations in teaching undergraduate biology and why we need them. *Annual Review of Cell and Developmental*, 25, 93-112.
- [6] Knight, J. K., & Wood, W. B. (2005). Teaching more by lecturing less. *Cell biology education*, 4(4), 298-310.
- [7] Marbach-Ad, G., & Sokolove, P. G. (2000). Can undergraduate biology students learn to ask higher level questions?. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 854-870.
- [8] Brownell, S. E., Kloser, M. J., Fukami, T., & Shavelson, R. (2012). Undergraduate biology lab courses: comparing the impact of traditionally based “cookbook” and authentic research-based courses on student lab experiences. *J. Coll. Sci. Teach*, 41, 18-27.