



## Proyectos Campus Científicos de Verano 2014

CAMPUS ANDALUCÍA TECH  
Universidad de Sevilla (Sevilla)  
<http://www.andaluciatech.org/>

### Vida artificial... ¿inteligente?

**Institución/Departamento:** Universidad de Sevilla. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial.

**Área:** Ciencias de la Vida.

**Resumen:**

La Vida Artificial se centra en el estudio de sistemas relacionados con la vida, los comportamientos y los procesos que en ella tienen o pueden tener lugar, a través de simulaciones usando modelos computacionales que nos permitan examinar propiedades subyacentes a los fenómenos reproducidos.

La simulación de procesos de la vida real a través de mundos virtuales ha empleado técnicas de Inteligencia Artificial desde sus inicios. En este proyecto se utilizarán los algoritmos genéticos (J. Holland, 1975), inspirados en el proceso de selección natural, y la técnica de optimización conocida como colonias de hormigas (M. Dorigo, 1992), inspirada en el proceso de búsqueda de alimentos por parte de las hormigas.

El objetivo principal de este proyecto es el análisis de diversos mecanismos de la disciplina denominada Vida Artificial, encaminados al estudio de propiedades emergentes en mundos artificiales y a la resolución automática e inteligente de problemas abstractos.

Los participantes dispondrán de una página web en la que aparecerán todos los documentos relevantes del proyecto y todo el material elaborado en las distintas sesiones que se describen a continuación:

1ª sesión. La sesión comenzará con una parte introductoria dedicada a la exposición de algunos fundamentos básicos relativos a la disciplina de Vida Artificial. Seguidamente, se presentarán las herramientas informáticas (NetLogo, Word, PowerPoint y Wink, entre otras) que van a ser necesarias para el desarrollo del proyecto.

La segunda parte será eminentemente práctica y en ella se tratará de familiarizar al alumno con los conceptos y herramientas antes introducidos. Para ello, nos centraremos en un mundo virtual diseñado para el estudio del comportamiento territorial de tres especies con diferentes estrategias de supervivencia.

2ª sesión. Se presentará, utilizando la herramienta NetLogo, un mundo artificial que constará, básicamente, de dos especies: presa y depredador. En ese mundo se diseñará una estrategia que compartirán todas las presas en relación con la actuación de los depredadores. Se analizarán las propiedades que emergen en ese mundo como consecuencia de la estrategia común seguida por las presas.

Durante la segunda parte de la sesión se llevará a cabo una práctica en la que los alumnos estudiarán la dinámica del mundo artificial en diversos escenarios que puedan resultar de interés. Seguidamente, se



observarán los posibles cambios producidos en el sistema complejo objeto de estudio, así como las propiedades que emergen como consecuencia de la estrategia seguida.

3ª sesión. La sesión comenzará con la descripción de algunos fundamentos relativos a problemas de optimización, en general. Se centrará la explicación en el problema del viajante de comercio.

La segunda parte estará dedicada a la presentación de alternativas a los algoritmos clásicos en el marco de la resolución automática (e inteligente) de problemas de optimización. La explicación se centrará en los algoritmos genéticos y los algoritmos de colonias de hormigas, que están inspirados en procesos de la Naturaleza viva.

La tercera parte de la sesión se reservará para la experimentación. Los alumnos comenzarán por realizar una serie de experimentos virtuales en NetLogo sobre los algoritmos presentados previamente, programados para completarse en una media hora. A continuación, los alumnos realizarán libremente algunos experimentos sobre instancias reales de tamaño medio de las que se conoce una solución óptima.

4ª sesión. En esta sesión se realizará una introducción de conceptos básicos de computación paralela que incluirán una presentación de la arquitectura de computadores y del paralelismo. Se hará un breve recorrido a través de algunas plataformas de computación que implementan paralelismo real, desde los supercomputadores a la reciente tecnología CUDA (*Compute Unified Device Architecture*) que permite el uso de tarjetas gráficas (GPUs) de nueva generación como procesadores altamente paralelos.

Los alumnos podrán realizar un análisis de rendimiento para una aplicación sobre plataformas GPU. En concreto modificarán parámetros sencillos de la aplicación y analizarán su influencia en el rendimiento y en la aceleración de estos procesos.

5ª sesión. Presentación pública de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto.

## Referencias recomendadas

- Colella V.S., Klopfer E., Resnick M. (2001) Adventures in modeling, exploring complex systems, dynamic systems with Starlogo, Teachers College Press.
- Colorni, A., Dorigo, M., Maniezzo, V. Distributed Optimization by Ant Colonies, Actes de la première conférence européenne sur la vie artificielle, Paris, France, Elsevier Publishing, 134-142, (1991).
- Goodsell D.S. (2009) The machinery of life, Springer.
- Holland, John H. (1975) Adaptation in Natural and Artificial Systems, University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, (second edition, 1992).
- Kirk. D., Hwu W. (2010) Programming massively parallel processors, a hands-on approach, Elsevier.
- Resnick M. (1997) Turtles, termites, and traffic jams: explorations in massively parallel microworlds, MIT Press.
- Smith, J.M. (1982). Evolution and the Theory of Games, Cambridge University Press.
- Wilensky U. (2001) Modeling nature's emergent patterns with multi-agent languages, Eurologo 2001
- [http://www.cs.us.es/~fran/evolution\\_of\\_aggression.html](http://www.cs.us.es/~fran/evolution_of_aggression.html)
- [http://www.cs.us.es/~fran/vida\\_artificial\\_2012/prey\\_predators.html](http://www.cs.us.es/~fran/vida_artificial_2012/prey_predators.html)
- NetLogo website (2012) (<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>)
- NVIDIA CUDA website (2012) (<http://www.nvidia.es/cuda/>)



## Genética: del laboratorio a la sociedad

**Institución/Departamento:** Universidad de Sevilla. Facultad de Biología. Departamento de Genética.

**Área:** Ciencias de la Vida.

### Resumen:

Este proyecto pretende lograr una introducción de los participantes en la Genética: una ciencia que juega un papel preponderante en la investigación acerca de cómo somos y funcionamos los organismos vivos, cómo podemos utilizar esos conocimientos para modificar y mejorar nuestro entorno y en la incidencia que estas actividades tienen en la sociedad en numerosos ámbitos.

Los participantes en este proyecto, realizarán actividades experimentales en los laboratorios y con medios informáticos, en los que podrán ensayar algunas técnicas de uso rutinario en Genética y se les instruirá en cómo presentar de forma oral y escrita los resultados. Se espera que, de manera adicional, los participantes tomen conciencia de la relevancia de esta ciencia en la vida cotidiana actual.

Se impartirá una introducción teórica sobre algunos de los campos relevantes de la Genética como son la Genética mendeliana, Genética molecular, Genética de poblaciones y la Ingeniería genética. Partiendo de esta base, se realizarán ensayos de uso común en los laboratorios como son manipulación *in vitro* de ADN, cultivo de microorganismos (bacterias y levaduras) para monitorizar fenómenos genéticos y comparación de secuencias génicas en el ordenador.

Los estudiantes realizarán tres prácticas (A, B y C) basadas en herramientas utilizadas de manera rutinaria en Genética clásica, en Genética molecular y en Genética de poblaciones, cuyas actividades se irán alternando a lo largo de las sesiones del proyecto:

### 1ª sesión. Actividades:

**PRÁCTICA A:** cada alumno sembrará seis cajas con una dilución adecuada de un cultivo de una estirpe his- de *Salmonella typhimurium*, tres de ellas de medio completo y otras tres de medio mínimo (sin histidina). Dos cajas de cada tipo se irradiarán con luz UV durante cantidades de tiempo crecientes para varios grupos de alumnos. Una de cada tipo se incubará en oscuridad y la otra en presencia de luz. Todas las cajas, irradiadas o no, se incubarán a 37°C hasta el día siguiente.

Además sembrarán a modo de “césped” una caja de medio sin histidina y colocarán sobre ella 3 discos de papel estéril sobre los que se añadirán las distintas sustancias a ensayar. Las cajas se incubarán a 37°C hasta el día siguiente.

**PRÁCTICA C:** se realizará una presentación teórica de los caracteres que los alumnos tendrán que muestrear y se explicará la base molecular de dichos caracteres.

### 2ª sesión. Actividades:

**PRÁCTICA A:** los estudiantes contarán el número de colonias bacterianas aparecidas en cada una de las cajas y calcularán la frecuencia de viabilidad y de mutagénesis con respecto a los controles. Representarán, en un gráfico, las dos frecuencias con respecto al tiempo de irradiación y deberán relacionar las dos variables, tanto en luz como en oscuridad. También observarán las cajas de tratamiento con los agentes químicos y compararán la aparición de colonias con respecto al control.



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



Con la colaboración de





**PRÁCTICA B:** los alumnos probarán un trozo de papel impregnado en PTC y determinarán si su fenotipo es “catador” o no catador”. Posteriormente tomarán una muestra de células de la cara interna de sus mejillas, realizarán un tratamiento para la extracción de ADN de las mismas y lo usarán como molde para dos reacciones de PCR, una con los cebadores para amplificar específicamente el alelo PAV (alelo dominante) y otra con los cebadores para amplificar específicamente el alelo AVI (alelo recesivo). Además teñirán las muestras celulares con azul de metileno y las observarán al microscopio óptico.

### 3ª sesión. Actividades:

**PRÁCTICA B:** se realizará una electroforesis en gel de agarosa para resolver el resultado de la PCR del día anterior. Según los resultados, deberán determinar de qué alelos del gen responsable de la detección de PTC son portadores.

**PRÁCTICA C:** los alumnos saldrán del aula durante dos horas y se realizará el muestreo de los caracteres en el campus de Reina Mercedes.

4ª sesión. En esta sesión se compararán los resultados obtenidos a nivel individual con los del grupo y se analizarán de manera conjunta.

5ª sesión. Los participantes en el proyecto realizarán una exposición oral acompañada de una presentación en PowerPoint en la que resumirán los objetivos, realización y resultados de las prácticas realizadas. Previamente, y como parte de las clases teóricas del curso, se les orientará sobre la preparación y realización de esta actividad. La presentación de resultados implicará la comprensión y asimilación de los conceptos impartidos y las prácticas realizadas.

Tras cada exposición se abrirá una sesión de discusión en las que los alumnos habrán de responder a las preguntas y comentarios que los profesores y el resto de los alumnos realicen.

### **Referencias recomendadas**

- Griffiths y otros (2008; 9ª ed.) “Genética”. McGraw-Hill, Interamericana de España.
- Klug y otros (2006; 8ª ed.) “Conceptos de Genética”. Pearson Educación S.A.
- Pierce (2009; 3ª ed.) “Genética. Un enfoque conceptual”. Ed. Médica Panamericana.
- Puertas (1999; 2ª ed.) “Genética, fundamentos y perspectivas”. Interamericana McGraw-Hill.
- Artículos científicos:
- Kim, U.K., Drayna, D. (2004) Genetics of individual differences in bitter taste perception: lessons from the PTC gene. Clin Genet 67:275-280.
- <http://www.pearsoneducacion.com/recursoseducativos/>
- <http://www.medicapanamericana.com/genetica/brown/home.asp>
- <http://highered.mcgraw-hill.com/classware/infoCenter.do?isbn=0072848464>



## La electricidad: de Coulomb a nuestro enchufe

**Institución/Departamento:** Universidad de Sevilla. Facultad de Física. Departamento de Electrónica y Electromagnetismo.

**Área:** Física.

**Resumen:**

Desde el punto de vista teórico los profesores encargados del proyecto explicarán a los alumnos algunas nociones elementales de electricidad: concepto de carga eléctrica, potencial eléctrico, conductores y aislantes, fuerzas entre corrientes e inducción electromagnética.

La actividad se llevará a cabo en los laboratorios de la Facultad de Física de la Universidad de Sevilla, más concretamente en el Departamento de Electrónica y Electromagnetismo ya que el mismo dispone de los aparatos necesarios así como de diferentes modelos de generadores y motores que se pondrán utilizar en el desarrollo del proyecto.

Los alumnos aprenderán el funcionamiento de varios modelos de generadores eléctricos, desde generadores electrostáticos como un generador de Van der Graaff a los generadores de corriente alterna. Experimentarán para determinar sus ventajas e inconvenientes con respecto a la potencia eléctrica que producen y su eficiencia.

Se pretende que comprendan por qué el diseño que acabó generalizándose es el de los generadores de corriente alterna. También se estudiará el funcionamiento de motores eléctricos y su eficiencia, las pérdidas que supone la distribución de la electricidad y las estrategias usadas para minimizarlas.

El objetivo del proyecto es mostrar a los participantes en el mismo los conceptos físicos involucrados en la generación, transporte y uso de la electricidad. Además se pretende que tomen conciencia de los problemas medioambientales asociados al consumo de la electricidad.

Los participantes aprenderán el funcionamiento de varios modelos de generadores eléctricos, desde generadores electrostáticos como un generador de Van der Graaff a los generadores de corriente alterna. Experimentarán para determinar sus ventajas e inconvenientes con respecto a la potencia eléctrica que producen y su eficiencia. Se pretende que comprendan por qué el diseño que acabó generalizándose es el de los generadores de corriente alterna. Asimismo, se estudiará el funcionamiento de motores eléctricos y su eficiencia, las pérdidas que supone la distribución de la electricidad y las estrategias usadas para minimizarlas.

A lo largo de las diferentes sesiones de trabajo los participantes dispondrán de varios generadores y motores de laboratorio que podrán montar, desmontar y modificar con el fin de entender su funcionamiento, además aprenderán a realizar medidas elementales de electricidad:

**1ª sesión.** Esta primera sesión constará de una exposición teórica por parte del profesor acompañada de diversas experiencias ilustrativas. Los alumnos serán invitados a buscar explicación teórica a los diversos efectos mostrados.



Con esta sesión se pretende proporcionar a los alumnos algunos conceptos básicos de electromagnetismo que son necesarios para entender los fundamentos de los generadores y los motores eléctricos.

Los montajes están destinados a que los alumnos puedan comprender las características de las fuerzas magnéticas y la generación de corrientes por inducción electromagnética.

2ª sesión. Un imán colgado de un muelle que puede oscilar dentro de un solenoide sirve de modelo tanto de generador eléctrico como de motor. Los alumnos medirán la fuerza electromotriz generada por el imán al oscilar dentro del solenoide. También estudiarán cómo cambia la amortiguación de las oscilaciones del imán al conectar una resistencia en serie con el solenoide.

Para simular un motor se hará oscilar el imán aplicando una corriente alterna al solenoide. Se podrá constatar que existe una resonancia cuando la frecuencia de la corriente utilizada sea próxima a la frecuencia natural de oscilación del imán colgado.

Al finalizar la sesión, se espera que los alumnos sean capaces de caracterizar físicamente el sistema imán-muelle-solenoide tanto en modo generador como en modo motor.

3ª sesión. En esta sesión los alumnos realizarán medidas de corriente y tensión en circuitos eléctricos elementales. Se les mostrarán algunos conceptos básicos para el manejo de un osciloscopio. Asimismo, se estudiará cuantitativamente la ley de Faraday mediante el análisis de la inducción electromagnética entre dos bobinados.

El objetivo es que los alumnos aprendan el manejo básico de una fuente de alimentación y un polímetro. En el aspecto teórico se espera que alcancen una comprensión básica de la ley de inducción electromagnética de Faraday.

4ª sesión. Los alumnos participantes tendrán que medir las tensiones de entrada y salida de un transformador eléctrico variando el número de vueltas de los bobinados primario y secundario para posteriormente evaluar la eficiencia de diversas configuraciones de bobinados tanto en modo motor como en modo generador.

El fin que se persigue es que los alumnos midan las características de un transformador eléctrico y logren comprender el porqué de los diversos diseños de motores y generadores.

5ª sesión. Los resultados de los proyectos se expondrán en una exposición oral que combinará los medios audiovisuales, tipo presentación PowerPoint, con la demostración *in situ* del funcionamiento de alguno de los modelos de motor-generador utilizados en el proyecto.

## Referencias recomendadas

- Fundamentos de Física. Andrew Rex y Richard Wolfson. Ed. Addison Wesley
- Nuestra vida en el campo electromagnético. Alberto Pérez Izquierdo. Ed. Almuzara
- [http://www.youtube.com/user/csoriahoyo?feature=results\\_main](http://www.youtube.com/user/csoriahoyo?feature=results_main)



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



Con la colaboración de





## Criptografía y números primos

**Institución/Departamento:** Universidad de Sevilla. Facultad de Matemáticas. Departamento de Álgebra.

**Área:** Matemáticas.

**Resumen:**

A lo largo de la actividad se pretende acercar a los participantes a una de las ramas más activas y centrales de las Matemáticas, a través de sus aplicaciones al tratamiento de la información y de las comunicaciones (encriptación, firmas digitales, autenticación, integridad), omnipresentes en nuestra sociedad actual.

El proyecto consiste en dos partes bien diferenciadas:

- 1- Una primera donde se trabajan objetos matemáticos (esencialmente congruencias y permutaciones), desde la perspectiva habitual en este tipo de desarrollos: propiedades, resultados, problemas, etc. Aquí la participación de los alumnos debe consistir, esencialmente, en asimilar conceptos y ponerlos a prueba con problemas (tipo olimpiada).
- 2- La segunda parte consiste en la aplicación de estos conceptos a la modelización de protocolos criptográficos. Aquí se trata de desentrañar lo que hay detrás de los procesos de encriptación y desencriptación (legítima o no), que no es más que matemáticas hábilmente utilizadas. Con lo que han aprendido, visto ahora desde el punto de vista de la aplicación, los alumnos deberán resolver problemas criptográficos mediante su conversión a lenguaje matemático.

A lo largo de la semana de estancia en el campus Andalucía TECH, los participantes en este proyecto formarán parte activa de las siguientes sesiones de trabajo:

**1ª sesión.** Se pretende obtener por parte de los alumnos un primer acercamiento a una visión matemática de situaciones cotidianas. Cómo reconocer ciertos modelos y cómo aplicarlos para resolver problemas sencillos.

La criptografía de clave privada ha estado íntimamente unida a la historia militar, pero también a la literatura. Mediante ejemplos concretos se pondrá el ingenio de los alumnos a prueba. Así sabremos si podrían haber cambiado el curso de la Guerra de las Galias, si podrían emular las proezas de Casanova (al menos en lo que a criptografía se refiere) y si su destreza resiste la comparación con el más grande detective de la historia de la Literatura: Sherlock Holmes.

Desde el siglo I a. C. a mediados del siglo XX d. C., los sucesivos protocolos y su modelización (basada en los objetos estudiados en la primera sesión teórica) guiarán a los estudiantes, armados únicamente de papel y lápiz en un viaje a través de la historia de los secretos, no siempre bien guardados.

**2ª sesión.** Las permutaciones no son más que reordenaciones de un conjunto finito. Desde barajar un mazo de cartas a un protocolo de encriptación muy simple (*one-time pad*), los ejemplos de permutaciones nos permitirán descubrir la estructura de grupo (no conmutativo) que surge de manera natural entre estos objetos. En esta sesión explicaremos algunas aplicaciones de estos objetos a la encriptación, describiendo con detalle la máquina Enigma, utilizada por el ejército alemán durante la Segunda Guerra Mundial.



3ª sesión. Se enseñará a usar el protocolo Diffie-Hellman para encriptar mensajes con la ayuda del ordenador y un programa de cálculo simbólico.

Los alumnos deben entender la encriptación RSA y deben captar la dificultad intrínseca de la descryptación. De esta forma, conocerán la naturaleza de algunos de los problemas más profundos de la Teoría de Números y podrán desarrollar la sensibilidad necesaria para continuar adentrándose en esta rama del conocimiento científico, así como en sus aplicaciones tecnológicas.

A veces las ideas más simples son las más brillantes. Esto queda perfectamente ejemplificado en el protocolo Diffie-Hellman, que supuso el origen (oficial) de la criptografía de clave pública. Los estudiantes se enfrentarán al reto de detallar un procedimiento matemático que ha de ser, a la vez, simple y no reversible (al menos en la práctica). Una idea tan sencilla (emparentada obviamente con el concepto, nada trivial, de complejidad) nos permitirá no sólo encriptar mensajes, sino también firmarlos y, con algo de esfuerzo extra, garantizar que no han sido manipulados. Y todo ello, con una sola clave.

La segunda parte de la sesión se centrará en el protocolo de clave pública más utilizado hoy en día, fundamental en todo el comercio electrónico: el protocolo RSA (encriptación, descryptación, firma digital). Todas las herramientas necesarias ya han sido estudiadas: los anillos de congruencias y las funciones trampa. Ahora trataremos de plantear a los estudiantes un desafío real. ¿Serán capaces de descryptar un mensaje cifrado con el método más seguro que se conoce a día de hoy?

4ª sesión. Los alumnos deben resolver varios problemas de descryptación presentado por el profesorado, siguiendo los desarrollos teóricos del curso.

Al finalizar esta sesión, serán capaces de poner a trabajar los conocimientos adquiridos, enfrentando problemas reales de encriptación y descryptación.

5ª sesión. La sesión de presentación de resultados versará sobre un problema de descryptación planteado a los alumnos que deberán haber resuelto utilizando las técnicas explicadas en el proyecto.

El formato a utilizar será el que los alumnos prefieran (normalmente póster o presentación tipo PowerPoint), lo importante es que quede fielmente reflejado el sustento teórico aprendido, y su aplicación concreta.

## Referencias recomendadas

- N.P. Smart: Cryptography: an introduction. McGraw-Hill, 2003.
- R. Churchhouse: Codes and ciphers. Julius Caesar, the Enigma and the Internet. Cambridge University Press, 2001.
- C. Munuera, J. Tena: Codificación de la Información, U. de Valladolid, 1997.