

## INVESTIGACIONES E INVESTIGADORES EN LA UAM

Comienza con este número de la revista una nueva sección: *Investigaciones en la Universidad Autónoma de Madrid*, con la que se pretende dar a conocer investigaciones relacionadas con diversas disciplinas científicas que se han desarrollado o se están llevando a cabo en la UAM, con el fin de describir de una forma simple y didáctica tales trabajos, y con ello los contenidos de diversas ramas del conocimiento, y cumplir así con la finalidad inherente a esta revista de divulgar la ciencia así como de contribuir al surgimiento de posibles ideas o iniciativas para posteriores investigaciones por parte de los jóvenes científicos, o de estudiantes universitarios de grado o posgrado que están en disposición y voluntad de llegar a serlo.

Se recogen a continuación algunos *relatos* de investigaciones realizadas por varios profesores de la UAM, los cuales se recogieron en una publicación conmemorativa del cumplimiento de los cuarenta años por parte de esta universidad y relativos a las siguientes disciplinas: *Bilología Molecular, Historia Antigua, Ecología, Filología Inglesa, Física Teórica y Ingeniería Informática*.

### A) BIOLOGÍA MOLECULAR

#### LA CLAVE DE LA PRÓXIMA REVOLUCIÓN ESTÁ EN LA COMUNICACIÓN... CELULAR

*Cristina Murga Montesinos*  
*Dpto. de Biología Molecular. UAM*

A pesar de que las redes sociales o las compañías de telefonía móvil nos bombardean a diario explicándonos lo importante que es la comunicación, la realidad es que los seres humanos podríamos sobrevivir sin comunicarnos, y no si dejáramos de beber o de dormir. Sin embargo, para las células de nuestro organismo la comunicación es tan esencial que sin ella no podrían sobrevivir. Las células primitivas, más sencillas que las que componen nuestro cuerpo, no tenían apenas emisores ni receptores de señales del exterior, y se limitaban a vivir a merced de las condiciones ambientales ya que no sabían cómo detectarlas ni, por tanto, cómo adaptarse a ellas. Con el tiempo, algunas desarrollaron sistemas para identificar la fuente de nutrientes esenciales para su supervivencia, o para poder evitar a sus depredadores, lo que les dotó de una cierta ventaja evolutiva. Los organismos más desarrollados consiguieron utilizar la comunicación intercelular para tareas de mayor complejidad que las estrictamente necesarias para su supervivencia.

La mayoría de las células de nuestro cuerpo están tan comprometidas con la tarea de comunicar a sus vecinas qué deben hacer en ese momento, dónde deben colocarse, o si necesitan multiplicarse poner en marcha mecanismos de defensa que ya no podrían sobrevivir sin recibir señales constantes de su entorno. Los mecanismos moleculares de la señalización celular son diversos, pero a la vez muy conservados entre especies, desde plantas a vertebrados superiores. En muchos casos se encargan de convertir la mera presencia de una hormona, un neurotransmisor o un fotón en una señal que la célula es capaz de interpretar. Por ello, el proceso de comunicación entre células a menudo se conoce como “transducción de señales”. Este término indica que la información debe ser no sólo detectada, sino además transformada dentro de la célula en una forma química o física adecuada para disparar un efecto biológico, al igual que las ondas de televisión deben ser convertidas en imágenes por nuestro aparato receptor para poderlas visualizar. Las células deben responder correctamente a esas señales, pues de ello dependen decisiones tan vitales como crecer, moverse, multiplicarse o suicidarse.

Conocer el modo en que las células emiten y reciben señales representa la clave para poder definir y combatir las enfermedades que tienen su origen en el mal funcionamiento de estos sistemas

de comunicación. Entre ellas se encuentran algunas tan prevalentes como las cardiovasculares, el cáncer, la diabetes y algunas enfermedades neurodegenerativas o de origen inmunitario. Hoy en día, muchos de los nuevos fármacos, métodos diagnósticos y tratamientos de frontera se basan en el conocimiento profundo de las bases moleculares de la comunicación celular, y en intervenciones que consiguen restablecer el buen funcionamiento de las redes de señalización intercelulares. Esta disciplina de investigación se enmarca dentro de la Biomedicina Molecular, un área emergente que será clave en la nueva revolución que está por llegar. Ésta no será industrial, tecnológica ni de comunicaciones, sino “biomédica” y conseguirá un verdadero salto en la calidad de la vida humana tal y como la conocemos.

## **B) HISTORIA ANTIGUA**

### **ROMANOS Y BÁRBAROS: MODELOS DE PERCEPCIÓN E INTERACCIÓN**

*Eduardo Sánchez Moreno*

*Dpto. de Historia Antigua, Medieval y Paleografía. UAM*

En 2008 llevé a cabo en la Universidad de Oxford, en calidad de “scholar visitor” del Institute of Archaeology y al amparo de una estancia de investigación subvencionada por el Programa José Castillejo del Ministerio de Educación, el proyecto de investigación "Romanos y bárbaros: modelos de percepción e interacción", que contó con la supervisión del Dr. Barry W. Cunliffe, Emeritus Professor of European Archaeology de la Universidad de Oxford y uno de los grandes especialistas en las sociedades del I milenio a.C. de la Europa continental y su interacción con el mundo mediterráneo

El proyecto, coparticipado por la Universidad Autónoma de Madrid, tuvo por objetivo profundizar en el estudio de las relaciones entre el poder romano y las poblaciones occidentales integradas en su dominio entre los siglos II a.C. y I d.C., desde una perspectiva tanto histórica como antropológica. Así pues, interesaban no sólo los aspectos relacionados con la conquista y organización de los nuevos territorios por parte de Roma, sino también y sobre todo, el choque cultural entre distintas esferas y la acepción de lo “bárbaro” en el pensamiento helenístico-romano. Igualmente, valoramos la influencia de Roma en las formas de vida de las poblaciones que se ven afectadas por su avance militar.

El tema resulta de especial interés en nuestros días por cuanto las relaciones inter-étnicas e inter-estatales, así como las construcciones identitarias y las representaciones de la alteridad (“de los otros”) son fenómenos actuantes en múltiples planos, como el político, el cultural o el mediático. De hecho, esta temática es una de las principales líneas de investigación actuales sobre el Mundo Antiguo, por lo que nuestra propuesta debe entenderse en paralelo a las de otros centros de investigación internacionales.

El proyecto tuvo dos objetivos: el primero trató de caracterizar las pautas de interacción entre Roma y las sociedades periféricas o bárbaras. En tal sentido se estudiaron sus respectivos contextos: las bases del imperialismo romano a finales de la República y los marcos sociopolítico y cultural de las poblaciones que habitaban las fronteras del Imperio y acabaron integrándose en él. El segundo objetivo consistió en analizar las formas de percepción y representación de lo bárbaro en el esquema ideológico grecorromano. Para eso revisamos las obras de historiadores clásicos que tratan sobre “los bárbaros de Occidente” y sus costumbres, así como las representaciones iconográficas o plásticas que reflejan estereotipos del bárbaro desde los presupuestos clásicos.

El contraste entre tres casos de estudio (en Britania, Galia e Hispania) permitió detectar, tanto patrones comunes, como particularidades en las mecánicas de percepción e interacción. Por último, desde una perspectiva histórica, se ponderó el impacto de la presencia romana en tales territorios y las transformaciones socioculturales derivadas del heterogéneo proceso que se ha dado en llamar Romanización.

## C) ECOLOGÍA

### LO QUE NOS ENSEÑAN LAS AVUTARDAS

*Manuel Borja Morales Prieto*  
*Dpto. de Ecología. UAM*

En los sistemas de emparejamiento de tipo *lek*, los machos defienden pequeños territorios de exhibición agregados que las hembras visitan para copular, de tal forma que una especie formadora de *leks* ha de cumplir cuatro condiciones:

1) Que no exista cuidado parental por parte del macho; 2) Que los machos se congreguen en lugares concretos para llevar a cabo las exhibiciones sexuales; 3) Que el único recurso que las hembras encuentren en los *leks* esté constituido por los genes de los machos; 4) Que las hembras tengan la oportunidad de seleccionar a su pareja o parejas.

Por otro lado, diversos trabajos han mostrado la existencia de sistemas de apareamiento que no cumplen por completo estas condiciones, pero que todavía podrían ser considerados *leks*. Los “*leks* dispersos” constituyen una de las principales categorías de dichos *leks* anómalos. En los *leks* dispersos, los machos llevan a cabo la exhibición sexual separados por distancias considerables, siendo su nivel de agregación lo suficientemente bajo como para no detectarse hasta que no son cartografiados sobre una superficie suficientemente extensa. Esto permite a las hembras alimentarse e, incluso, anidar, lo que incumple la tercera de las condiciones expuestas arriba.

La familia de las avutardas y sisonos Otididae puede considerarse un modelo adecuado para los *leks* dispersos, ya que estos han sido descritos como sistemas de apareamiento dominantes en muchas de sus especies. La información disponible sobre los sistemas de emparejamiento en esa familia, especialmente la relativa a las especies mejor estudiadas, la avutarda común *Otis tarda* y el sisono común *tetrax Tetrax*, apuntan claramente en esa dirección. La adecuada comprensión de los sistemas de apareamiento de las especies es fundamental para el modelado de su dinámica poblacional y el diseño de estrategias de conservación eficaces, lo que resulta particularmente útil en el caso de especies amenazadas, como lo es el conjunto de las otíidas.

## D) FILOLOGÍA INGLESA

### APRENDIZAJE INTEGRADO DE CONTENIDO Y LENGUAS EXTRANJERAS

*Ana Llinares García*  
*(Dpto. Filología Inglesa. UAM. CLIL)*

En el grupo de investigación UAM-CLIL (*Content and Language Integrated Learning*) -en español, Aprendizaje Integrado de Contenido y Lenguas Extranjeras- del cual soy investigadora principal, llevamos a cabo un análisis lingüístico, léxico-gramatical y discursivo de la producción oral y escrita en inglés como lengua extranjera en contextos de enseñanza en los que distintas asignaturas se imparten en inglés. Nuestros proyectos incluyen la perspectiva de los participantes, con estudios de la motivación de los profesores y estudiantes, así como la actitud de las familias hacia el aprendizaje de asignaturas en inglés. Nuestro enfoque más reciente se dirige hacia la transición entre etapas educativas. En el proyecto TRANS-CLIL ([www.uam-clil.org](http://www.uam-clil.org)) (FFI2014-55590-R) se estudia la transición de los estudiantes de centros bilingües de primaria a secundaria, así como el rendimiento de los estudiantes en los dos grupos establecidos para centros bilingües de ESO y Bachillerato de la Comunidad de Madrid (sección bilingüe, con más horas de docencia en inglés, y programa bilingüe, con menos horas de docencia en inglés).

Como es bien sabido, el número de centros (de todas las etapas educativas) que imparten

enseñanza bilingüe ha crecido mucho—a nivel europeo y nacional y, sobre todo, en la Comunidad de Madrid. Hoy por hoy existen más de 500 centros estatales de enseñanza bilingüe de Educación Primaria y Secundaria en la Comunidad de Madrid. Asimismo, las universidades cada vez ofrecen más grados y postgrados bilingües. Para poder acometer este nuevo modelo de enseñanza es necesario explorar cómo se aprenden distintas disciplinas académicas a través del inglés, y no sólo investigar si este tipo de enseñanza mejora la competencia lingüística. En nuestro grupo, utilizando el modelo de la lingüística sistémico-funcional, que concibe la forma lingüística como algo inseparable de su significado, función y el contexto en que se utiliza, exploramos las características lingüísticas de los géneros textuales que crean conocimiento en las distintas disciplinas para poder ayudar a los profesores de contenido a impartir sus asignaturas de una manera eficaz.

Los estudios realizados por el grupo UAM-CLIL comenzaron en 2006 y fueron tanto transversales como longitudinales (analizando la producción de los mismos estudiantes a lo largo de la ESO). El análisis comparativo del uso de la lengua extranjera en los registros oral y escrito mostró que, aunque los alumnos en general dominan el léxico específico de la materia en la representación de los contenidos, no son conscientes de las diferencias que existen entre los registros oral y escrito. El uso del léxico es muy similar al que utilizan en el libro de texto, es decir, son capaces de expresar los contenidos que se les requieren. Sin embargo, muestran problemas en otras áreas del lenguaje, como en la modalidad, el uso de oraciones complejas, la expansión de la frase nominal... Estos problemas se siguen observando en cursos superiores, lo cual podría indicar una necesidad de que el profesor trabaje algunos aspectos de la lengua de forma implícita o explícita. En 2010, se recogieron datos de centros de Educación primaria que han dado lugar a la realización de dos tesis doctorales sobre motivación y prácticas discursivas en el aula bilingüe de Primaria. Desde 2015, el equipo se está centrando en la transición de Primaria a Secundaria y tiene la intención de llevar a cabo futuros proyectos sobre la transición de los estudiantes de centros bilingües de Bachillerato a Universidad.

El grupo UAM-CLIL forma parte de una red de investigación internacional sobre CLIL (AILA ReN CLIL network), desde la cual se han establecido acuerdos bilaterales con otras universidades europeas y americanas para la colaboración mutua en programas de postgrado sobre CLIL.

Con respecto a la divulgación de nuestro trabajo en la comunidad educativa, varios miembros del equipo han participado en seminarios de formación del profesorado, presentando los resultados de nuestro estudio y planteando posibles aplicaciones pedagógicas, en España y otros países del mundo. Estos seminarios nos han permitido presentar una relación de los recursos lingüísticos que los estudiantes de centros bilingües deben manejar para la expresión (oral y escrita) en inglés de los contenidos de distintas asignaturas, de manera que los profesores implicados puedan utilizar la estrategia adecuada para resolver los principales problemas relacionados con el uso de la lengua extranjera. Asimismo, nuestro libro *The Roles of Language in CLIL*, publicado por Cambridge University Press, es un libro de referencia utilizado en másteres de formación de profesorado en centros bilingües en universidades españolas y de otras partes del mundo. La reciente publicación por John Benjamins de la colección de investigaciones *Applied Linguistic Perspectives on CLIL* incluye varios capítulos escritos por miembros del grupo UAM-CLIL que apuntan a una base teórica de la enseñanza bilingüe en su versión europea y extienden la teoría lingüística que forma el marco de nuestro trabajo.

## **E) FÍSICA TEÓRICA**

### **EL POLÍMERO ERRANTE**

*Rafael Delgado Buscalioni*

*(Dpto. Física Teórica de la Materia Condensada. UAM)*

Puedo contaros brevemente alguno de los temas de mi investigación, que, por cierto, desarrollo usando y resolviendo modelos teóricos de la “realidad” en computadoras. Por ejemplo, puedo hablar de la dinámica de polímeros anclados a superficies. Los polímeros son moléculas compuestas por muchas unidades repetidas (monómeros) normalmente unidas una detrás de otra formando un largo “hilo” en la escala de las moléculas. Este tipo de moléculas se usa mucho y de hecho está por todos lados.

Los polímeros son los componentes fundamentales de todo tipo de plásticos, se usan en productos de belleza, en pinturas, en materiales, etc. Por ejemplo, el tinte de las pinturas consiste en partículas coloidales, es decir “bolitas” más pequeñas que la micra. Si se las deja, estas bolitas tienden a empaquetarse todas juntas. Para evitarlo se usan polímeros que se adhieren a la superficie de los coloides (las bolitas) y así hacen que se repelan unas a otras y la pintura fluya. La vida está también repleta de moléculas poliméricas. Existen proteínas, de estructura lineal, que se colocan (se anclan) encima de las membranas celulares con el objeto de reconocer otras células vecinas y engancharse a ellas si fuese menester.

Si un polímero se ancla a una superficie, su movimiento es peculiar. Las fluctuaciones y colisiones con las moléculas que le rodean le empujan y como si fuese una bailarina explora, serpenteando, su entorno, si bien guarda siempre una forma de ovillo enrollado. ¿Qué ocurre si formamos un flujo en torno al polímero, es decir, si movemos el fluido que lo rodea?. Si este flujo es suficientemente intenso, el polímero comienza a orientarse en la dirección del flujo. Si se observa con detalle, el polímero, antes enrollado como un ovillo, comienza a estirarse y a contraerse, cabeceando una y otra vez. Este movimiento dura un cierto tiempo, distinto cada vez. Sin embargo, puede demostrarse que existe un promedio bien definido del tiempo de “cabeceo” del polímero, que está íntimamente relacionado a su estructura, y que curiosamente, es independiente de la dinámica del fluido que lo arrastra.

Este tipo de descubrimientos son útiles para entender el movimiento individual de estas moléculas, que son complejas por la enorme cantidad de posibles conformaciones que pueden adoptar, por ser, además, enormemente elásticas. En este punto radica, también, su enorme utilidad. Por ejemplo, para reducir la fricción en flujos turbulentos; pero esa es ya otra historia.

## **F) INGENIERÍA INFORMÁTICA**

### **DESDE EL NIVEL CELULAR HASTA EL COGNITIVO**

*Pablo Varona Martínez*

*(Dpto. Ingeniería Informática. UAM)*

Las máquinas más eficientes de procesamiento de información no son la última generación de PC, sino el sistema nervioso de cualquier ser vivo. La Biología proporciona soluciones a problemas complejos de procesamiento de información que todavía están fuera del alcance de la ingeniería más moderna. ¿Cuáles son los mecanismos que utiliza el sistema nervioso para codificar, coordinar, aprender y generar información? Ésta es una de las preguntas que intenta responder la neurociencia computacional (NCC) y en particular el Grupo de Neurocomputación Biológica en la Escuela Politécnica Superior (GNB) de la UAM. No es una tarea sencilla, puesto que los sistemas biológicos

son altamente no lineales, tienen múltiples mecanismos de adaptación y aprendizaje, y su dinámica no es estacionaria. La información fluye en multitud de escalas espaciales y temporales.

Desde el punto de vista experimental, el registro de la actividad neuronal es siempre parcial, ya que la tecnología actual sólo permite acceder a algunas de las variables que intervienen en la dinámica observada. De la misma forma, los protocolos de estimulación de estos sistemas en el laboratorio son limitados. Por esto, la NCC utiliza modelos teóricos que permiten abordar el estudio del procesamiento de información en el sistema nervioso. Pero son modelos que necesitan datos experimentales y sus predicciones tienen que ser comprobadas en el laboratorio mediante nuevos experimentos, lo que crea un complicado círculo vicioso.

El GNB y un grupo de colaboradores internacionales ha desarrollado un concepto de tecnologías de tiempo real, el Observador y Controlador Dinámico en Tiempo Real (RTDOC, siglas en inglés), que utiliza ciclos de estimulación dependientes de la actividad registrada para construir y ajustar automáticamente una representación dinámica de la actividad de un sistema neuronal.

El RTDOC utiliza esta representación para caracterizar o controlar la actividad del sistema observado. El modelo de representación interna es el que dirige la estrategia de estimulación que tiene como misión hablar a las neuronas en un lenguaje comprensible para ellas. En función de la actividad registrada, el modelo elige el mejor estímulo para conducir al sistema al estado deseado, en una escala temporal, con resolución temporal en milisegundos. El concepto de observador dinámico es aplicable, en muchos aspectos de la investigación básica del procesamiento de información en el sistema nervioso, desde el nivel celular hasta el nivel cognitivo. De la misma forma, los observadores dinámicos son directamente aplicables al diseño de interfaces cerebro-máquina con aplicaciones médicas u otras. Ciertamente, queda mucho trabajo por delante, aunque esto no tiene que extrañarnos. Después de todo, la neurociencia computacional es casi tan joven como nuestra universidad.