

Bacterias, computadoras y el origen de la multicelularidad

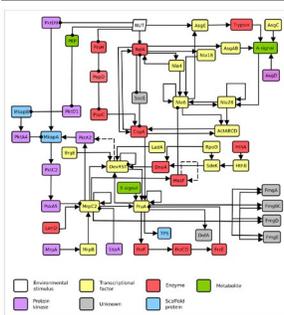
Por Esteban Aceves Fonseca
17 de agosto de 2018

Se estima que la vida se originó hace unos 3,700 millones de años y la evidencia fósil sugiere que los primeros seres vivos eran unicelulares, como las bacterias que conocemos hoy en día. Desde entonces han pasado millones de años, los organismos han evolucionado y mientras que algunos siguen siendo unicelulares, otros a lo largo de su historia evolutiva se han convertido en organismos conformados por múltiples células como los humanos y las plantas.

Una pregunta crucial es cómo ocurrió la transición de organismos unicelulares a organismos multicelulares. Investigadores del Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) en colaboración con el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS) y el Instituto de Ecología (IE) de la UNAM utilizan a las mixobacterias –una especie de bacteria cuyas células individuales son capaces de asociarse entre sí para formar colonias que se comportan como un organismo multicelular— como modelo para tratar de comprender la transición hacia la multicelularidad.

Los resultados de su investigación se publicaron el pasado 13 de febrero en la revista *Development, Growth & Differentiation*. Para el análisis, los investigadores reunieron la información disponible en la literatura científica hasta el año 2016 sobre la diferenciación de *Myxococcus xanthus* mixobacteria que vive en el suelo y se alimenta de otros microorganismos, incluyendo las interacciones que ocurren entre genes, proteínas y el medio ambiente.

El modelo teórico desarrollado por los investigadores permitió explicar algunos mecanismos específicos para ciertas observaciones experimentales para las cuales no había sido posible establecer una explicación. Además, permitió identificar nuevas interacciones regulatorias que los biólogos experimentales podrán confirmar en el laboratorio. Finalmente, el modelo tiene la flexibilidad suficiente para permitir integrar nuevos datos publicados en la literatura científica para su interpretación.



CELL-FATE DETERMINATION IN *Myxococcus xanthus* DEVELOPMENT: NETWORK DYNAMICS AND NOVEL PREDICTIONS.

Arias Del Angel JA, Escalante AE, Martínez-Castilla LP, Benítez M.

Dev Growth Differ. (2018) Feb; 60(2):121-129. doi: 10.1111/dgd.12424. Epub 2018 Feb 13.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dgd.12424>



Unidad de Comunicación
y Diseño

T. (+52) 55 5622 6730 Ext. 2017 y 2018
E. comunicacion@c3.unam.mx
diseño@c3.unam.mx

Centro de Ciencias de la
Complejidad (C3)

Circuito Centro Cultural s/n /frente
a Universum), Cd. Universitaria,
Coyoacán 04510, Ciudad de México

www.c3.unam.mx

@C3UNAM

Centro de Ciencias de la Complejidad C3

UNAM
La Universidad
de la Nación

Las mixobacterias vegetativas son la forma diferenciada de *M. xanthus* cuando se encuentran en condiciones favorables específicas. Cuando las condiciones cambian y se hacen menos favorables las bacterias pueden diferenciarse a mixosporas. Las mixosporas son un tipo celular resistente a condiciones ambientales adversas, por ejemplo, la falta de alimento. Eventualmente, las esporas pueden nuevamente diferenciarse a la forma vegetativa bajo las condiciones adecuadas.

Alternativamente ante condiciones adversas, las mixosporas, junto con otro tipo de células, pueden agregarse formando una estructura llamada cuerpo fructífero que se comporta como un organismo multicelular. Esto es lo que convierte a las mixobacterias en un buen modelo para estudiar el paso de estados unicelulares a multicelulares.

La información recabada por los investigadores, a partir de la literatura científica, se usó para trazar una red que integra las interacciones que ocurren entre los distintos factores (ambiente, genes y proteínas) que participan durante la diferenciación a mixospora y a la eventual formación del cuerpo fructífero.

Posteriormente, esta red fue integrada en un modelo matemático de lógica Booleana (que solo considera dos posibles opciones, prendido o apagado, por ejemplo). Con este modelo y usando simulaciones en computadora, fue posible reproducir, a partir de una condición inicial, por ejemplo cuando el alimento escasea o no, el comportamiento observado de manera experimental en el laboratorio o en la naturaleza lo que permite explicar cómo, es que una célula de *M. xanthus* se transforma en una mixospora y se forma un cuerpo fructífero.

De esta manera, el modelo fue capaz de reconocer exactamente qué combinación de genes, proteínas y condiciones ambientales hacen posible que un individuo de *M. xanthus* se convierta en una mixospora, muera por autólisis -se autodestruye- o siga siendo una célula vegetativa. Estos estados de diferenciación se conocen en el modelo como atractores.

“Lo bonito del modelo es que los atractores se han interpretado como distintos tipos celulares. Esto ayuda a entender por qué células con el mismo genoma pueden alcanzar destinos celulares tan distintos”, explica en entrevista Mariana Benítez autora sénior del artículo.

Con el modelo teórico, los investigadores encontraron también un resultado inesperado. “Esperábamos tres atractores, nos salieron cuatro”, comenta en entrevista Juan Antonio Arias del Ángel, primer autor del artículo.

Además de los tres atractores esperados (mixospora, célula vegetativa o autólisis), el modelo arrojó un cuarto resultado que, cuando se corroboró con la información disponible en la literatura, resultó coincidir con otro tipo celular: el esferoplasto.

“Ese cuarto atractor sugiere otro tipo de diferenciación celular que ocurre aun en presencia de nutrientes. Revisando la literatura científica encontramos que ese tipo celular ya se había observado y era similar a las mixosporas, pero que a diferencia de éstas, se forma en presencia de nutrientes”, dijo Arias, licenciado en Ciencias Genómicas y estudiante del doctorado en Ciencias Biomédicas bajo la supervisión de la Dra. Benítez. “Lo interesante del esferoplasto es que no hay mucha más información sobre los mecanismos regulatorios que lo generan”.

Estos resultados sugieren que el modelo es útil para conocer los mecanismos por los que ocurren ciertos eventos que se sabe suceden, pero no cómo. Benítez, bióloga, doctora en Ciencias Biomédicas e investigadora en el LANCIS explicó que el modelo que han desarrollado no sólo puede ayudar a predecir nuevas interacciones sino también a comprender la dinámica del proceso al permitir explicar cómo se llega a estos tipos celulares.

Agregó que es importante estudiar la multicelularidad desde una perspectiva evolutiva y estudiar cómo cambios en el proceso de desarrollo pueden dar lugar a nuevas especies o linajes. “La multicelularidad ha surgido unas 25 veces en la historia de la vida y si queremos estudiar la evolución del desarrollo es interesante conocer qué tienen en común o en particular estos eventos de evolución”.

Los investigadores esperan que la información generada con el modelo sirva en futuras investigaciones para conocer cómo se dio la transición desde los primeros seres vivos unicelulares hasta algunos multicelulares que aparecieron más recientemente.

Revista *Development, Growth & Differentiation* : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dgd.12424>