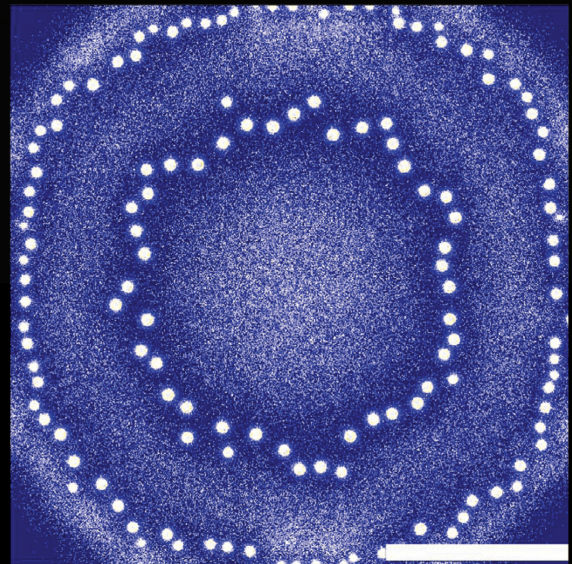


SIMULAZIONE DI COLONIA BATTERICA

Le immagini seguono la crescita di una colonia batterica su terreno di coltura semiliquido. La simulazione prevede che, a partire da un'inoculazione centrale, i batteri si diffondano secondo i gradienti di concentrazione delle sostanze nutritive che consumano e dei chemioattrattori che secernono. La sequenza va da sinistra a destra e dall'alto in basso. Nell'ultima immagine, l'alone celeste che si può osservare attorno alle placche batteriche rappresenta la concentrazione di chemioattrattori. La barra misura 1 cm. Le immagini sono tratte da "Chemotactic Sensing towards Ambient and Secreted Attractant Drives Collective Behaviour of *E. coli*" pubblicato da Tine Curk, Davide Marenduzzo e Jure Dobnikar su *PLoS ONE* (ottobre 2013).



Abbiamo già più volte parlato delle forme che si producono per effetto della crescita di colonie batteriche. Ne abbiamo parlato sia per la loro bellezza (e per l'inaspettata intelligenza che dimostrano, vedi il numero di novembre 2010), sia per il fatto che alcune di queste forme possono essere riprodotte da un automa cellulare (numero di giugno 2006).

Con gli automi cellulari non si può parlare di vere e proprie simulazioni, perché la regola seguita da ogni cella è troppo semplice e astratta (forme simili a quelle prodotte da quegli atomi cellulari si possono infatti ottenere con certe reazioni chimiche, vedi il numero di ottobre 2010).

L'approccio utilizzato nella simulazione da cui derivano le immagini che presentiamo in questo numero mira invece a prevedere l'evoluzione di una colonia a partire dagli spostamenti di ogni singolo batterio, tenendo conto sia della rapidità della divisione

cellulare, sia, soprattutto, della motilità collegata al fenomeno della chemiotassi.

La chemiotassi ("meccanismo con cui una cellula - o un organismo - avverte gradienti di segnali chimici extracellulari e si muove nella direzione di tali gradienti", Enciclopedia Treccani) è stata studiata a livello cellulare fin dalla fine del XIX secolo. Il meccanismo biochimico con cui i batteri percepiscono i gradienti delle sostanze che li attraggono, sia i nutrienti presenti nell'ambiente che le molecole secrete dai loro stessi conspecifici, è stato però compreso solo nella seconda metà del secolo scorso.

Naturalmente, la simulazione che ha generato le nostre immagini non parte dalle basi molecolari della chemiotassi, perché mira a modellizzare il comportamento collettivo dei batteri, in termini di riproduzione, consumo dei nutrienti e secrezione di chemioattrattori. La simulazione può mostrare, per esempio, come i batteri crescano a partire da un ino-

culo centrale, si possano poi accumulare localmente, grazie a qualche fluttuazione di densità. La simulazione può ancora mostrare che questo accumulo, avviando un aumento nella secrezione locale di chemioattrattori, conduce, via chemiotassi, a un ulteriore aumento della densità dei batteri, fino alla formazione di un anello che poi, a un certo punto, venendo a mancare la disponibilità di nutrienti, si rompe in placche che migrano alla ricerca di nutrienti. Mostra inoltre come il fenomeno si ripeta a ondate successive.

Precedenti modelli biomatematici riuscivano a descrivere la crescita dei batteri in rapporto agli andamenti delle diverse sostanze, ma non potevano visualizzare il formarsi degli anelli o delle placche batteriche che in certe condizioni si presentano nelle colonie vere, e che invece la simulazione che parte dal comportamento dei singoli batteri riesce a rappresentare con buona fedeltà.