



# Programació del ADN

## Nanotecnologia basada en el ADN

Joan Puñet Ortiz

Grau en Bioquímica

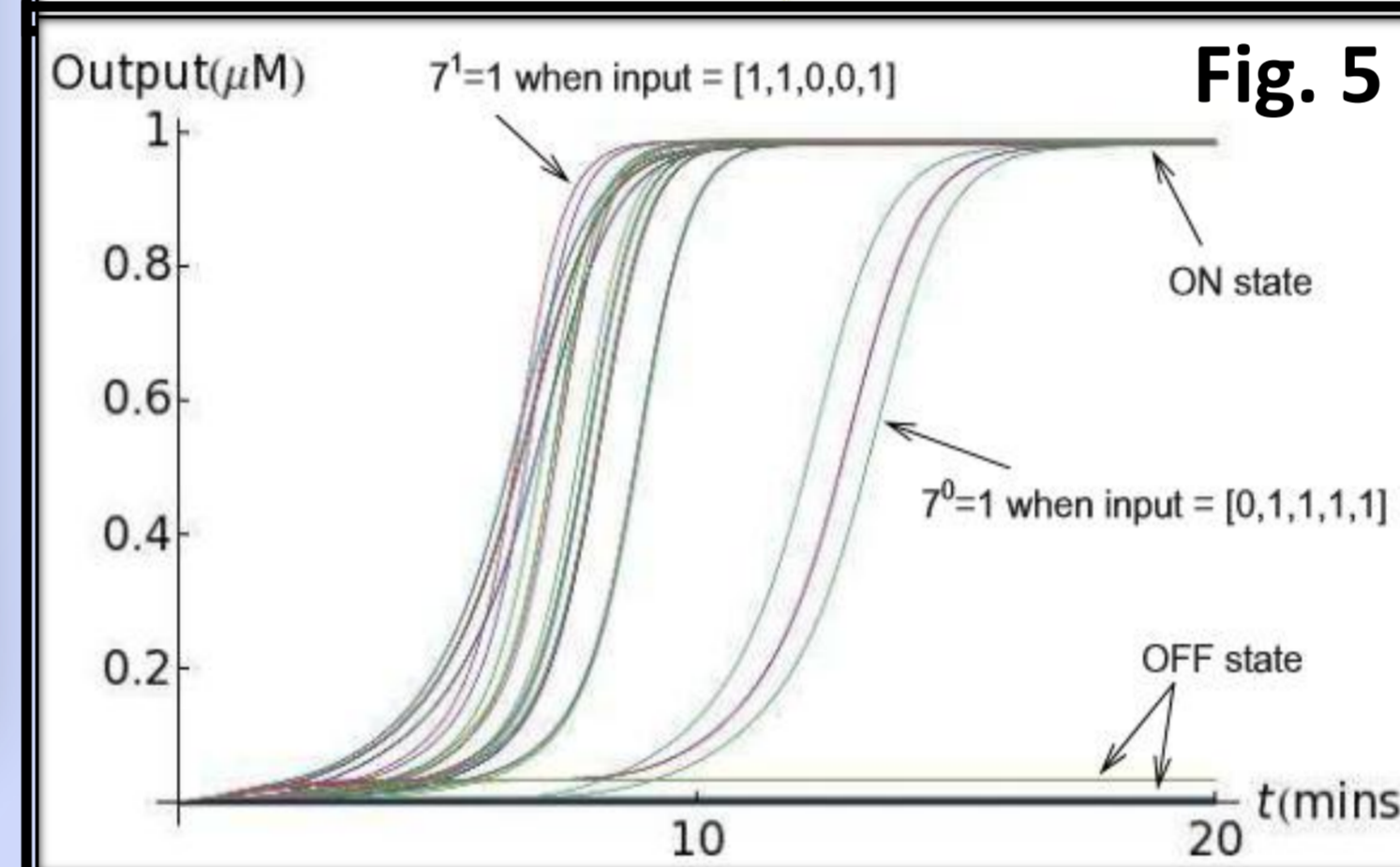
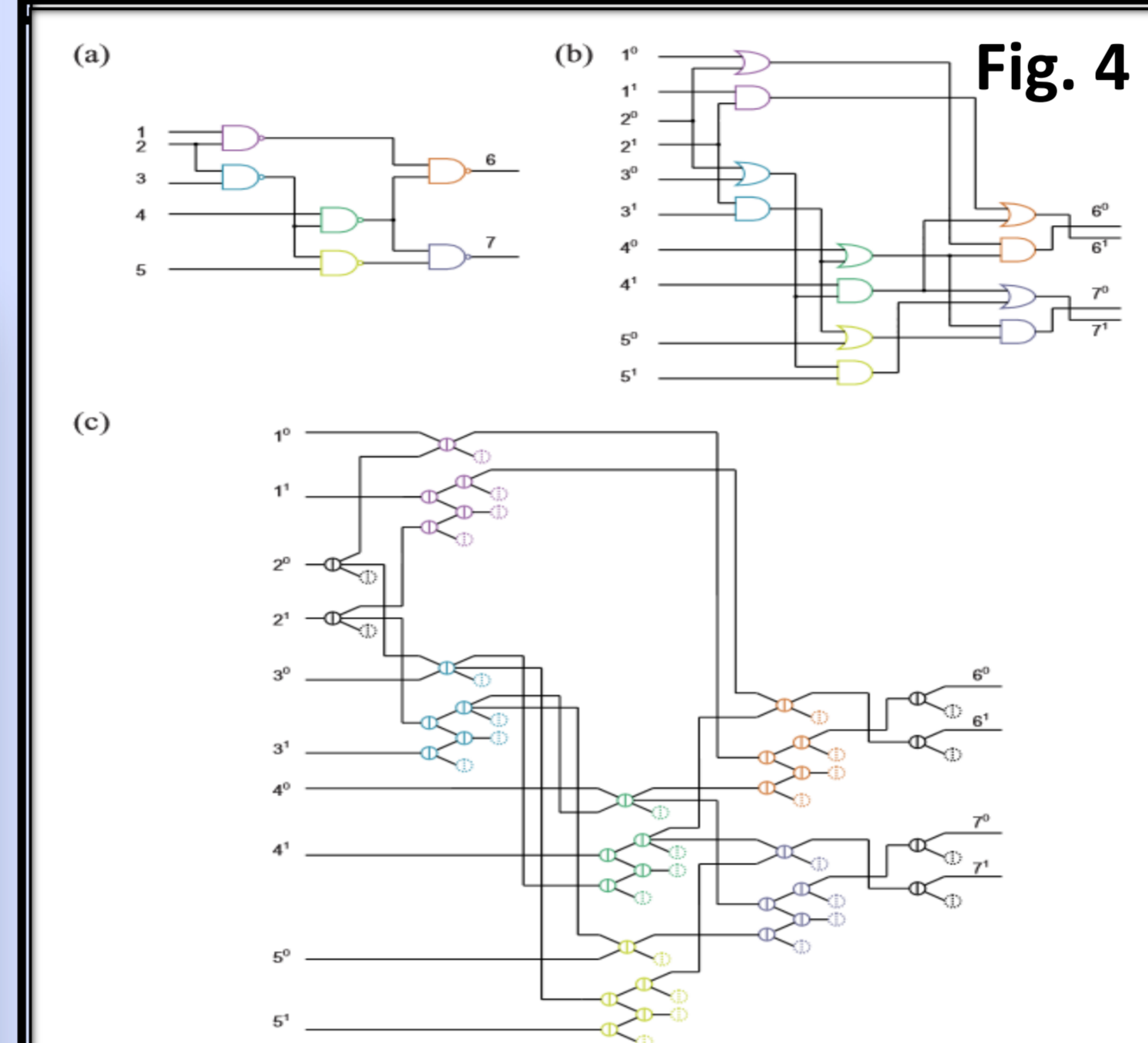
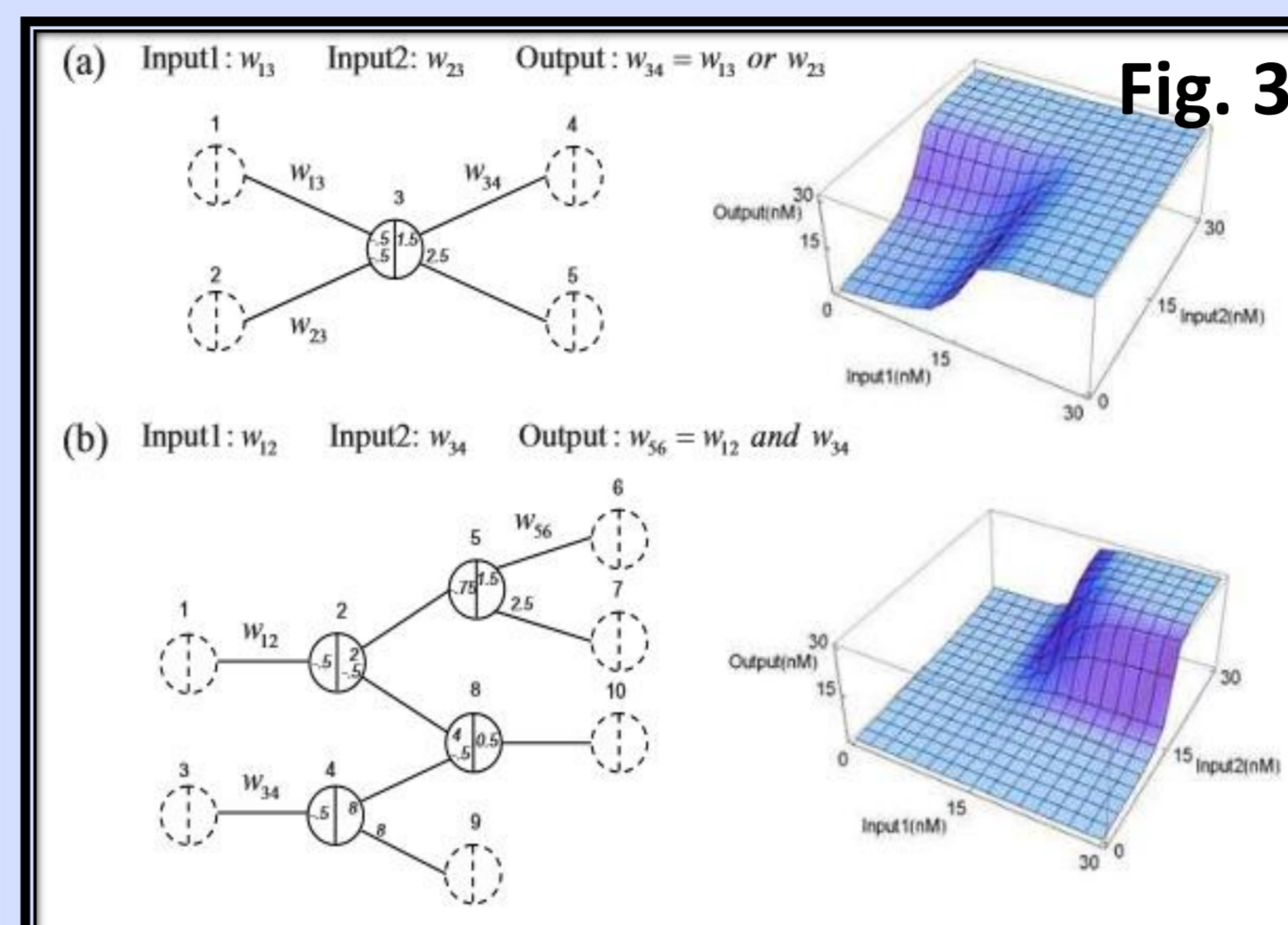
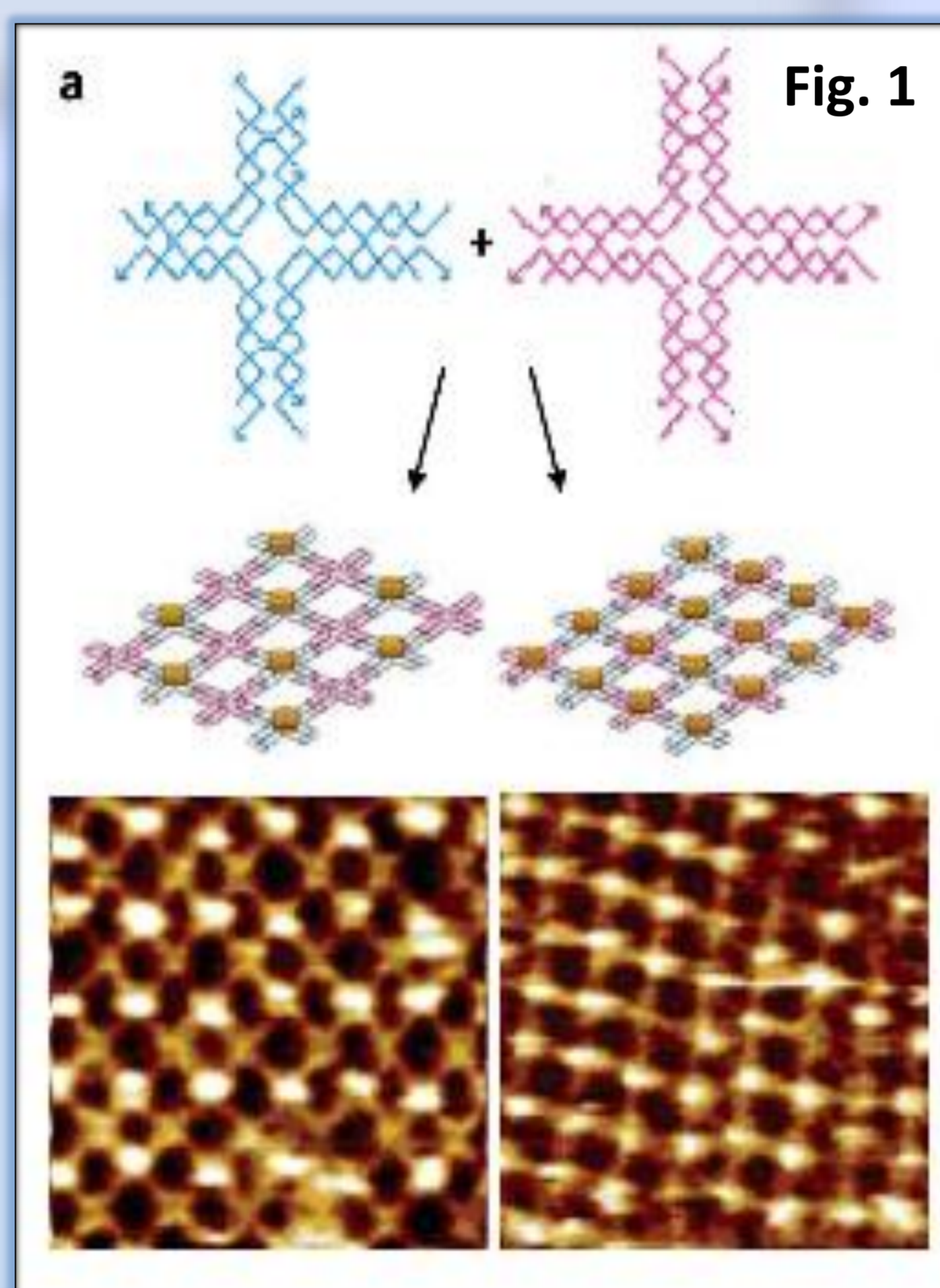
Facultat de Biociències

Universitat Autònoma de Barcelona

### Introducció

La nanotecnologia basada en el ADN s'aprofita de la complementaritat de bases per dur a terme constructes complexes i dinàmics que tot i partir d'unes unitats senzilles com és la cadena d'ADN en el seu conjunt adquireixen un nou sentit funcional, ja sigui purament arquitectònic, com els arrays, nanotubs o càpsules, o bé purament dinàmics, com transportadors o circuits de "programació".

Per exemple en la fig 1 la conivenció de dos motius estructurals de ADN permeten la generació d'una xarxa quadriculada. Un dels motius es pot modificar per a que uneixi biotina i es generi una detecció per AFM de la biotina de manera alternada o bé es poden modificar ambdós motius per obtenir una xarxa completament biotinada.



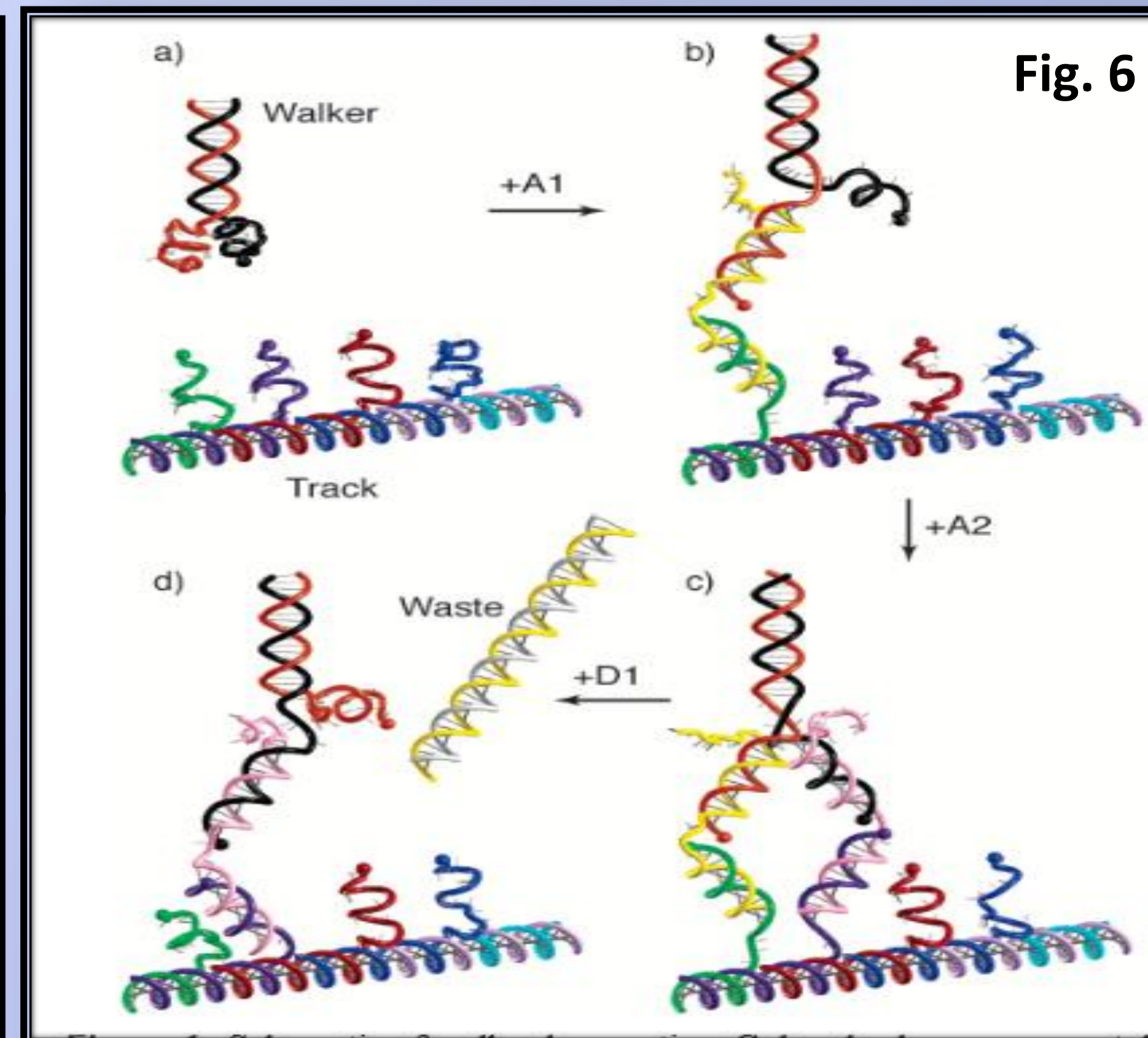
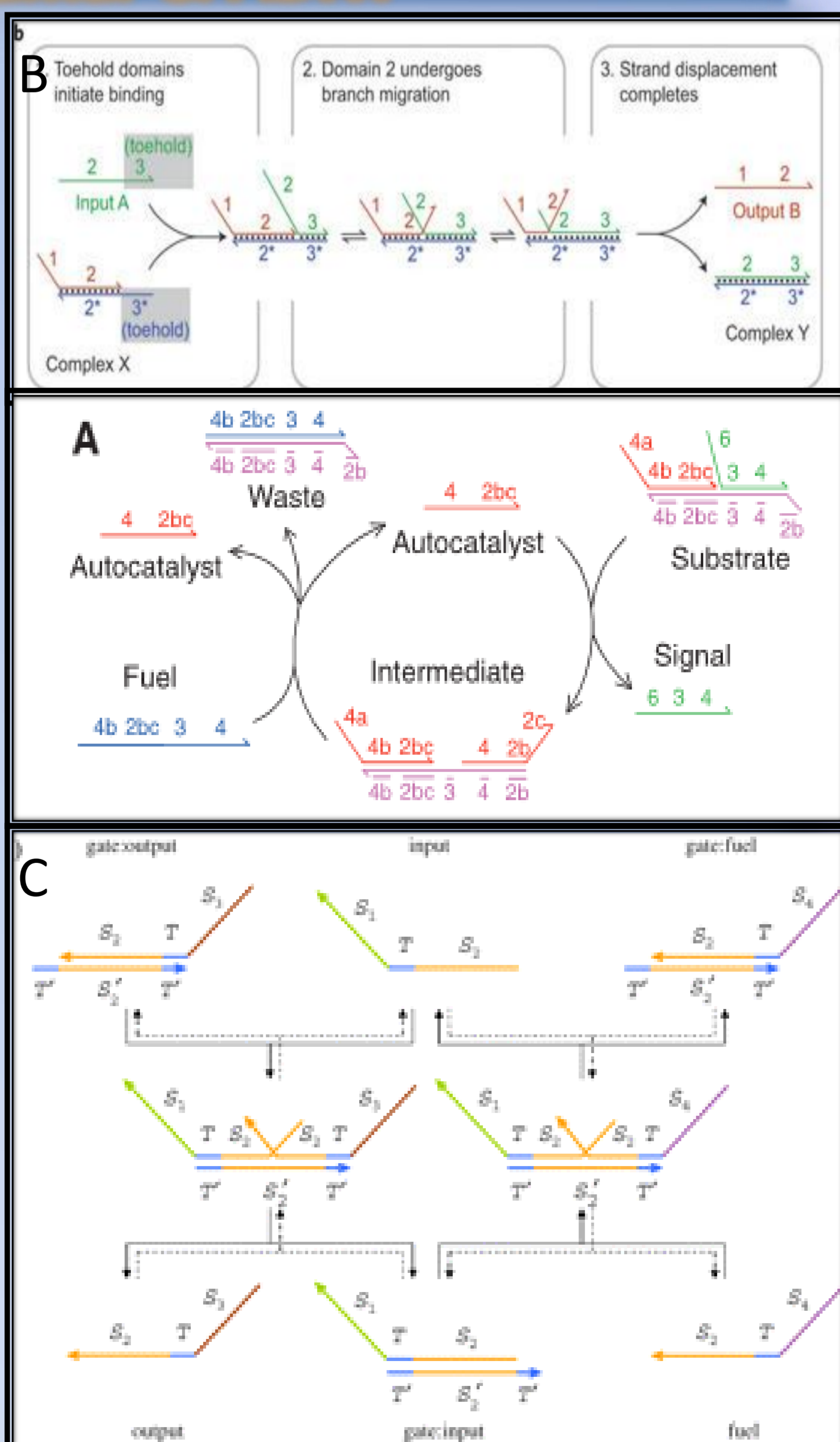
### Què ens permet fer?

A arrel d'un mecanisme optimitzat i basat en el de la fig. 2 s'han dissenyat circuits constituïts per portes lògiques com les de la figura 3 en que hi ha un node (cercle negre) que representaria la doble hèlix de la fig. 2 B, amb polaritat en els costats dret i esquerra que és a on interaccionen les molècules senyal (input, fuel, output) que s'anomenen com a "wire" ja que connecten els nodes i als que s'hi associa un complex umbral el qual assegura que la reacció només progressi en cas que el senyal superi la reacció amb el complex umbral la qual es dona preferentment però no es renova.

A base de connectar en sèrie diferents nodes es poden adquirir les diferents funcions lògiques i crear circuits cada cop més complexes que permetin donar una resposta activa (ON) o una resposta inactiva (OFF) com veiem en la fig. 5 segons si la concentració del senyal està dintre d'un rang de concentració determinat o no, p.e.  $0,0x-0,2x$  a on  $x$  seria la concentració del senyal s'interpretaria com un estat OFF o bé  $0,8x-1x$  s'interpretaria com un estat ON.

### Com es pot programar el ADN?

Per a poder programar el ADN necessitem d'un mecanisme senzill i previsible capaç de transmetre, amplificar, modular i restaurar un senyal. Aquest mecanisme és la reacció de desplaçament entre cadenes de ADN presentat en la fig. 2 B. Aquest mecanisme es regeix pel guany d'entalpia i entropia que suposa la formació del nou complex de ADN. En A s'introdueix el ús de cadenes catalítiques i "fuels" que afavoreixen la direcció de la reacció i el seu reciclatge. En C apareix el primer mecanisme que simplement es regeix per l'energia entropica dels desequilibris entre concentracions.



Programar el ADN també és útil en el camp de la nanomecànica a on s'han dissenyat transportadors solament fets amb ADN capaços d'induir el moviment a base de reaccions de desplaçament del ADN que indueixen un canvi mecànic que si es cicle es converteix en un dinamisme que promou l'avenç com el del bípeda de la imatge que avança sobre d'un rail de ADN.

### Conclusions

- 1) S'obtenen circuits cada cop més complexes i amb rendiments comparables als sistemes de regulació biològics.
- 2) S'han obtingut resultats positius en quan a la interferència entre el ADN o ARN d'un organisme i els circuits.
- 3) S'han de millorar les tècniques de síntesi d'oligos per a poder construir circuits de centenars de portes lògiques.

Referències:

- Shin J. et al. J. Am. Chem. Soc. 2004, 126, pp. 10834
- Zhang D. et al. J. Am. Chem. Soc. 2009, 131, pp. 17303
- Winfrey. E. et al. J. R. Soc. Interface. 2011. DOI: 10.1098/rsif.2010.0729