

Els jocs de vídeo ensenyen a resoldre problemes

Moltes vegades, les dificultats per resoldre, per exemple, problemes de matemàtiques provenen de la dificultat de visualitzar-los. Els jocs de vídeo, en canvi, poden ser una ajuda evident a

fer-los tangibles en imatges. En aquest treball se'ns convida a seguir una proposta heurística per a la programació d'un joc d'aquest tipus. L'article va ser

publicat a "Impact. Science et Société", vol. 32, n.º 4, octubre-desembre 1982, pàgs. 475-484.

L'ensenyament dels mètodes operacionals m'ha donat l'ocasió de constatar que els alumnes amb dificultats per estructurar problemes complexos es troben menys travats per la seva manca d'agilitat en el maneig de la matemàtica que per la incapacitat de construir models que puguin visualitzar. Aquesta impotència per representar-se un problema amb imatges concretes els fa sucumbir a la seva complicació i ambigüitats. A fi de disminuir aquests bloqueigs, he utilitzat amb bastant d'èxit alguns jocs electrònics per ajudar aquests alumnes a donar forma al problema plantejat, abans d'intentar explorar-ne les diverses dimensions. Els jocs d'ordinador els fan passar per algunes de les etapes que comporta la recerca de la solució numèrica d'un problema, però com que es tracta d'un joc, davant el qual els alumnes es troben relativament relaxats i desinhibits, no relacionen aquest tipus d'activitat amb un exercici escolar. La lliçó que es pot treure d'això és que els jocs poden ser útils per ensenyar els alumnes a visualitzar un problema i a manejar-ne els seus elements, és a dir, a jugar amb ells d'una forma creativa.

Un d'aquests jocs és la "Guerra dels robots". Simula una batalla entre robots, cadascun movent-se a la pantalla, en què es pot localitzar els adversaris amb l'ajut d'un radar i atacar-los amb un llançacoets. Cada coet es desplaça per la pantalla i fa explosió en un punt determinat pel robot. A mesura que progressa el joc, els robots van acumulant destrosses per impactes de coet, col·lisió amb un altre robot o amb un mur..., fins que són eliminats. El que guanya és el darrer robot que "sobreviu" en el camp de batalla.

Els moviments que es realitzen sobre la pantalla no són pas aleatoris. Són el resultat d'un programa elaborat pel jugador o jugadors que permet controlar individualment els moviments i reaccions

dels robots, fins a cinc d'ells alhora. L'aprenent que no coneix per endavant quina és l'estratègia més eficaç, s'ha de guiar al començament per pures conjeitures. Un cop iniciada la batalla, i amb les seves primeres experiències, pot modificar i millorar el seu joc en funció del que va veient a la pantalla. Aquí tenim una il·lustració perfecta del mètode heurístic de resolució de problemes, al meu entendre el més eficaç quan es tracta d'estructurar situacions difícils i complexes.

L'heurística incita a recercar

El terme d'heurística prové del verb grec *heuriskein* (descobrir). Va ser utilitzat al segle XIX per descriure qualsevol noció o procediment empíric gràcies al qual s'arribés a trobar per si sol la solució d'un problema. El lector potser es preguntarà per què no parlo dels algorismes. Certament que constitueixen uns instruments preciosos per trobar la resposta òptima als problemes que es presenten a una formulació matemàtica impecable, però no seria realista esperar d'uns alumnes, ja prou desconcertats per les ambigüitats i les aparents contradiccions de la situació a tractar, que siguin capaços de construir una definició rigorosa del problema.

L'heurística, per la seva banda, estimula l'alumne a explorar les ambigüitats d'una situació donada, tal com ho feia en el joc de la guerra dels robots, fins que domina suficientment els recursos per construir-se els seus propis models d'acció. Aquest procés dona la prioritat a l'esforç personal d'estructuració i de definició de problemes, enfront de la simple solució de problemes plantejats per altri. A més, té l'avantatge d'anar acompanyada d'una tendència natural (fruit de molts anys d'escolaritat) a creure que pregunta i resposta són sempre ben precises. Malaura-

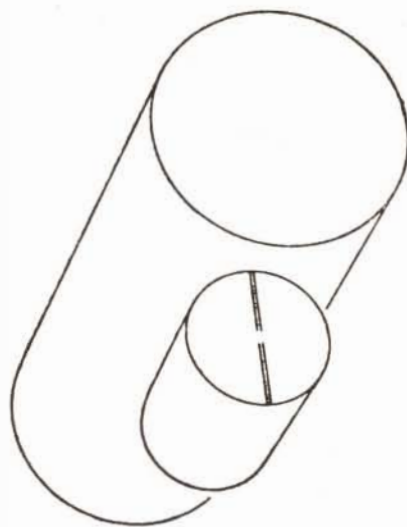
dament, poques vegades resulta així a la vida. La major part dels problemes als quals s'enfrontarà l'alumne en la seva vida professional —per no parlar de la seva vida personal— seran embolicats i mal definits. Sabrà tractar-los millor en la mesura que els seus estudis l'hagin ajudat a adquirir el deseiximent i els automatismes necessaris.

L'observació d'esquemes diferents

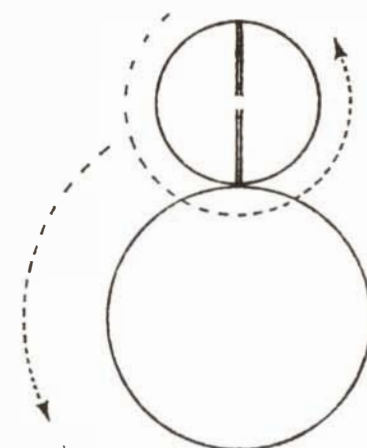
Ala guerra dels robots, el jugador té la possibilitat d'observar cinc robots programats independentment, seguint unes estratègies predeterminades. En observar-los, comença a discernir les diferències entre els seus comportaments: un robot, per exemple, no fa res; un altre es desplaça i busca els robots enemics fent girar sistemàticament el seu radar en el sentit de les agulles del rellotge, i dispara quan en localitza algun; un altre robot descendeix a la part baixa de la pantalla i va d'una banda a l'altra escombrant-ho tot amb el seu radar i disparant contra qualsevol robot que localitzi.

El que el jugador observa són cinc tècniques heurístiques de combat, totes diferents. Però li és impossible de preveure de bon començament l'eficàcia a llarg termini d'una estratègia determinada; ha d'estudiar, doncs, la situació durant un cert temps per comprendre per què algunes funcionen millor que altres. Els alumnes sempre se sorprenen quan el resultat no és pas el que havien previst, però precisament per això aquests jocs són tan instructius: són divertits, permeten als jugadors visualitzar el problema, estimulen l'experimentació i, a base de tempteigs, els alumnes troben finalment una estratègia que porta a la victòria. No cal dir que l'alumne-jugador pot utilitzar un gran nombre de mitjans diferents per aconseguir la seva meta. Per

per James Clayson



(pag. 482)
Figura P-I.
Posició del cilindre sobre el tub.
Variacions sobre la nefroide.



guanyar a la guerra dels robots pot triar entre una actitud passiva-defensiva i una altra d'agressiva-ofensiva, o bé qualsevol combinació de totes dues. El que compta no és la complexitat del seu programa, sinó la seva capacitat d'explorar les possibles estratègies fins que trobi la que respon millor al nombre més gran de comportaments dels robots enemics. Però això és més fàcil de dir que de fer. ¿Com iniciar l'alumne en aquesta via empírica personal?

La utilització dels papers figurats

He obtingut alguns bons resultats fent fer als alumnes el paper de robots. Els deia: "Suposeu que sou en el camp de batalla en el lloc d'un dels robots; mireu al vostre voltant i proveu d'imaginar el que vosaltres, robots, "veieu". No oblideu que no teniu ulls, sinó tan sols un sistema de radar que cal orientar i posar en marxa com un aparell de filmar; l'ull s'obre i es tanca i només enfoca en una direcció. A diferència de l'home, com a robots que sou, no podeu passejar la vostra mirada ni abastar amb un sol cop d'ull tot el teatre d'operacions per localitzar el vostre adversari. Heu de mirar com un robot, amb les seves limitacions.

"Ara imagineu-vos que us desplaça. Què noteu? Però què pot "notar" un robot? No us llanceu contra les parets, almenys! Ara imagineu-vos que us han "tocat"; reaccioneu instantàniament i instintivament... Què fareu? Córrer, aturar-vos, amagar-vos, replicar? ¿Com traduiríeu aquestes impressions, primer en forma d'un mètode heurístic en llenguatge corrent, i després, al llenguatge del robot? ¿Podeu aplicar un mètode empíric personal inspirat en l'esport o en d'altres jocs, com per exemple del tennis, l'squash, el póquer, els escacs...? ¿Veieu algun mètode d'aquests que faci

intervenir l'oposició actiu/passiu, masculí/femení, buscar/amagar-se, etc.?" Per passar del mètode enunciat en forma verbal als moviments efectius dels robots, cal una certa capacitat en matèria de lògica i de programació. Quan un hom ha programat en alguna ocasió, en té prou per saber que és excepcional que un programa funcioni correctament i sense entrebancs la primera vegada. Això pot resultar molt instructiu. L'ajustament al qual es procedeix per eliminar els errors comesos (el *debugging*, en argot informàtic) permet moltes vegades millorar la definició del problema. En la guerra dels robots, el programador té l'avantatge de poder constatar l'efecte de cada modificació del programa sobre el robot que veu directament a la pantalla. Per corregir el seu programa, doncs, només li ha de donar petits tocs. El joc de la guerra dels robots afavoreix la integració del pensament visual i del pensament abstracte amb vista a resoldre un problema. Això permet que els alumnes s'entrenin per explorar i experimentar processos heurístics en altres situacions.

Els jocs com a quadre d'aprenentatge

Meu estès parlant de la guerra dels robots per mostrar com els jocs poden proporcionar a l'alumne un entorn particularment favorable a l'aprenentatge creatiu. Però aquest joc respon a una situació particular i limitada. ¿Com es podrien imbuir de les mateixes qualitats lúdiques d'altres problemes, de física, de geometria, de càlcul, o d'urbanisme, de manera que l'alumne, dins una atmosfera de joc, en resulti més estimulat que anul·lat per la seva complexitat? Un exemple agafat de la geometria ens permetrà d'explicar-ho. Es presenta a l'alumne la següent situació: Es troba

davant de l'extrem d'un gran tub que surt de la paret. Se li demana que col·loqui un cilindre paral·lelament a aquest tub i que el faci girar després lentament al voltant de la circumferència d'aquest. Es defineix el diàmetre del cilindre per una línia traçada al seu extrem. L'alumne ha de descriure la figura formada per aquesta línia en girar el cilindre al voltant del tub (vegeu figura P-1).

Com passava a la guerra dels robots, la resposta no es troba a la primera. L'alumne ha de jugar amb les formes i estudiar les possibles configuracions abans de començar a entendre el problema. Per sort, existeix per als qui s'interessen en problemes d'aquest gènere un llenguatge d'ordinador especialment concebut a aquest efecte. Aquest llenguatge, anomenat LOGO, és fàcil d'entendre, divertit de fer servir i prou adaptable per permetre el maneig de formes, símbols i paraules, a més de notacions matemàtiques. Per resumir: el LOGO permet a l'alumne, a partir dels seus mètodes empírics personals, construir el seu propi joc per estructurar i manipular problemes complexos.

Les "gràfiques tortuga"

Les gràfiques tortuga ofereixen un bon exemple de les possibilitats d'utilització del LOGO. La tortuga en qüestió està materialitzada per un petit triangle de llum al centre d'una pantalla, sobre la qual es pot desplaçar en funció dels programes en llenguatge LOGO. Aquests programes inclouen tres instruccions bàsiques: a) avançar o recular x unitats; b) girar a dreta o esquerra x graus; c) fer visible o no el desplaçament realitzat mitjançant una línia lluminosa sobre la pantalla. La cosa més remarcable del LOGO és que permet, amb un nombre reduït d'instruccions, sondejar molts

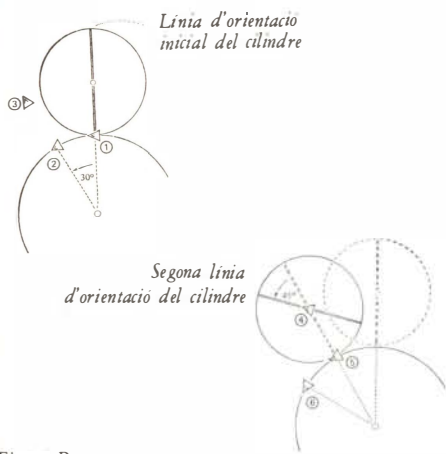


Figura P-2.
Solució al problema del cilindre i el tub amb el metode heurístic de la grafica tortuga.

- Radi del cilindre = 2
- Radi del tub = 3
Δ "Tortuga"

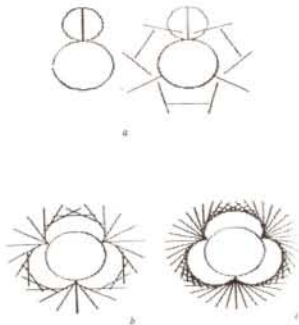


Figura P-3.
Figures descrites per la tortuga per "resoldre" el problema del cilindre i el tub: a) la tortuga ha fet 12 parades girant al voltant del tub; b) la tortuga ha fet 30 parades; c) tortuga ha fet 60 parades.

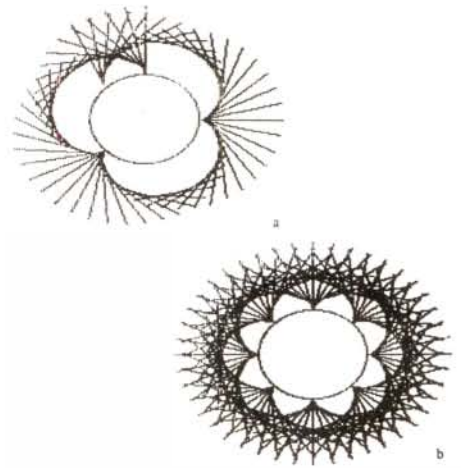


Figura P-4.
Exemple de figures que no queden tancades després de la revolució del cilindre al voltant del tub: a) no ha quedat tancada després de la primera revolució; b) aspecte final de la figura tancada després de tres revolucions.

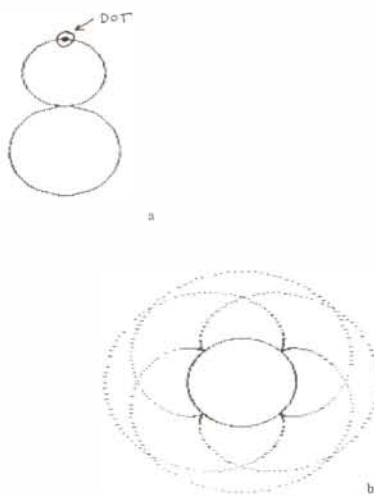


Figura P-5.
Figura descrita per un punt situat sobre el cilindre: a) posició inicial; b) figura descrita pel punt.

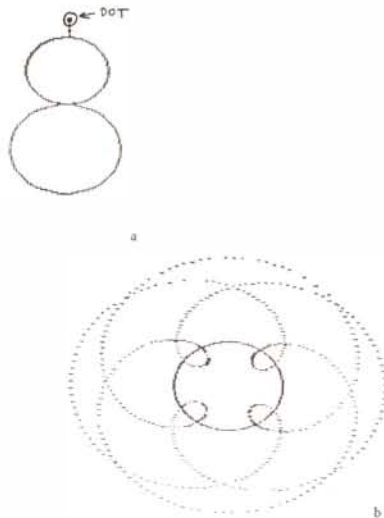


Figura P-6.
Figura descrita per un punt situat a l'exterior de la circumferència del cilindre: a) posició inicial; b) figura descrita pel punt.

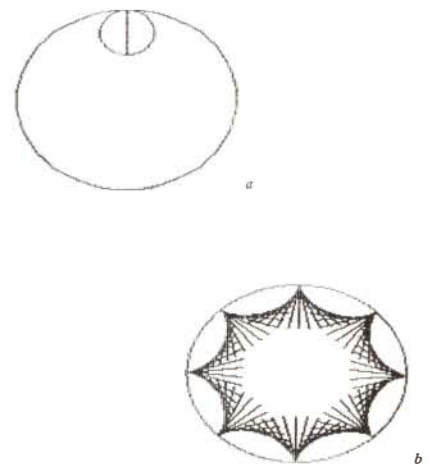


Figura P-7.
Figura descrita per una línia traçada a l'extrem d'un cilindre que roda per la superfície interior del tub: a) Posició inicial; b) figura descrita per la línia.

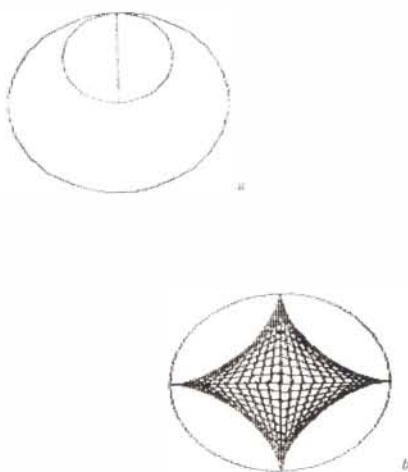


Figura P-8.
Un altre exemple de figura descrita per una línia traçada sobre un cilindre que roda per la superfície interior del tub: a) posició inicial; b) figura descrita.

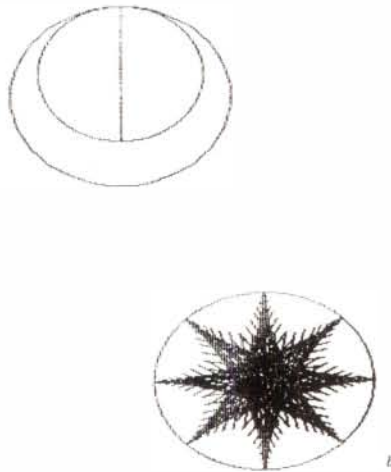


Figura P-9.
Un altre exemple de figura descrita per una línia traçada sobre un cilindre que roda per la superfície interior del tub: a) posició inicial; b) figura descrita.

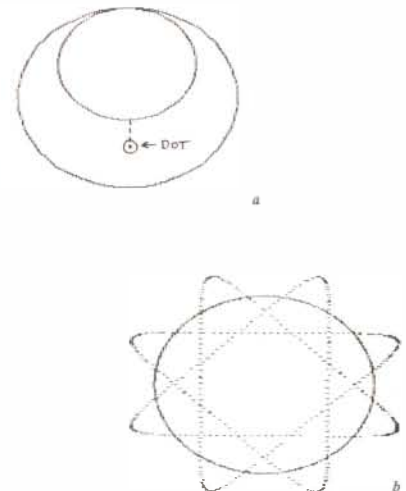
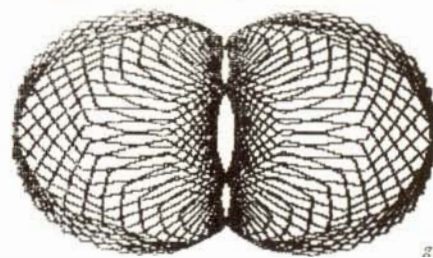
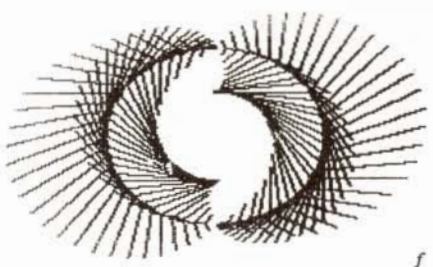
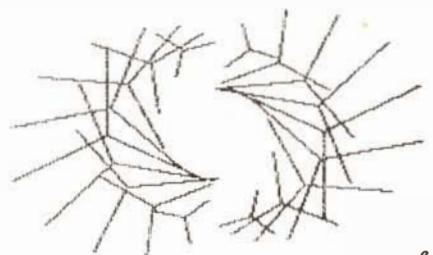
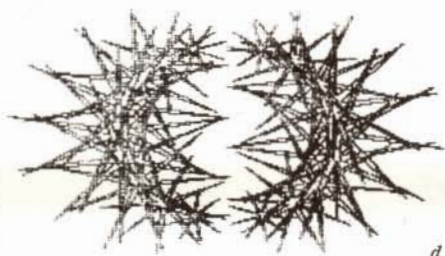
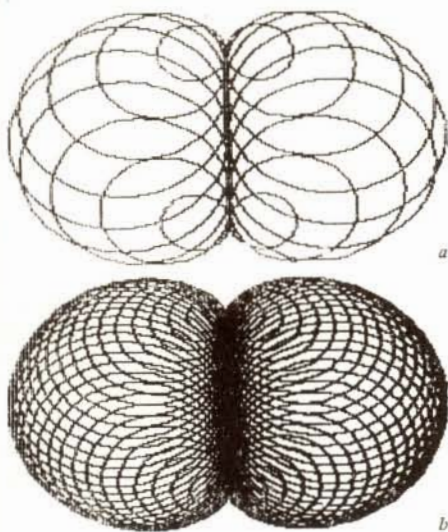


Figura P-10.
Figura descrita per un punt situat a l'exterior de la circumferència d'un cilindre que roda sobre la superfície interior del tub: a) posició inicial; b) figura descrita.



(pàg. 479)
Figura 1.
Variacions sobre la nefroide.

enigmes geomètrics. Per provar-ho, basta que les apliquem a la figura que els geomètres anomenen "nefroide" (figura 1). Els esquemes 1 i 2 ens mostren que la nefroide és una corba derivada del cercle. Aquest ha estat substituït per una estrella en els esquemes c, d, e, f, i per un polígon de sis costats en l'esquema g. L'anàlisi de les formes adquireix un caràcter tangible que no presenta la simple notació matemàtica, almenys per a la majoria de persones. Però, ¿com es poden utilitzar les gràfiques tortuga per resoldre el nostre problema del tub i el cilindre? Per on començar? Podem començar com al joc de la guerra dels robots. L'alumne s'identifica primer amb una tortuga que pot donar voltes al problema seguint una ordre nostra. Només cal posar en pràctica una tècnica heurística per fer tirar endavant la tortuga. Com passava amb la guerra dels robots, el programa elegit gairebé mai no funciona el primer cop, però el caràcter lúdic de les gràfiques tortuga haurà despertat la curiositat de l'alumne de manera que, per regla general, insistirà fins que trobi la resposta. Coneixent la descripció de l'estratègia que regula els moviments de la tortuga, la redacció del programa d'instruccions en llenguatge LOGO resulta molt simple. Però, ¿què es fa una vegada elaborat el programa? La figura P-3 mostra com la tortuga ha resolt per a nosaltres el problema del tub i el cilindre.

Ajustament del programa per eliminar els errors

Molt probablement l'alumne cometrà errors traduint el seu mètode personal en etapes del programa LOGO. De tota manera, com en el cas de la guerra dels robots, li serà més fàcil d'eliminar-los (*debugging*) si té la possibilitat de veure la tortuga desplaçar-se sobre la

pantalla, desenvolupant la totalitat del programa, errors compresos (*bugs*). Aquesta observació conduirà a les modificacions pertinents de la definició del problema. Un cop acabat l'ajustament, no s'hauran esgotat les sorpreses de l'alumne. Per exemple, la figura no sempre quedarà tancada després que el cilindre hagi efectuat una volta completa al tub (vegeu la figura P-4), cosa que exigirà més revolucions. Es tracta d'un error en el programa? De cap manera: es tracta exclusivament d'una qüestió de dimensions relatives del cilindre i del tub. Aquest programa LOGO possibilita la utilització de diversos recursos per descobrir de quina manera es tanca més o menys la figura. Per saber, per exemple, si la longitud de l'arc dibuixat entre dues parades successives és un element a tenir en compte, en tenim prou de fer una provatura, i obtindrem una resposta immediata.

Una altra qüestió: ¿Què passa si tracem un punt en lloc d'una línia a l'extrem del

cilindre? La figura P-5 mostra la forma descrita pel desplaçament d'un punt situat sobre la circumferència del cilindre, i la figura P-6, la forma que descriu un punt en girar sostingut amb un fil metàl·lic per sobre del cilindre. Un altre problema que es podria plantejar pot ser aquest: ¿Què passaria si fèssim rodolar el cilindre sobre la superfície interior del tub? Les figures P-7, P-8, P-9 i P-10 representen la revolució de cilindres de diversos diàmetres a l'interior d'un tub.

Conclusions

Espero que aquests exemples hauran servit per demostrar que un entorn lúdic constitueix un recurs pedagògic molt útil. Hem vist que la guerra dels robots estimula l'alumne a jugar amb un problema, aplicant-hi els seus procediments empírics particulars, i també hem vist que un llenguatge d'ordinador com el LOGO li possibilita la superació d'una altra etapa i li permet de construir el seu propi joc. Pot semblar-nos que aquestes experiències sobre les figures geomètriques no tenen massa relació amb situacions de la vida real, però les capacitats que es potencien amb elles ben segur que la tenen. L'alumne que hagi copsat problemes com el de la dinàmica del tub i el cilindre es trobarà més desimbolt a l'hora de penetrar misteris tan diversos com els relacionats amb la concepció d màquines, la física newtoniana, el disseny gràfic i arquitectònic. El joc d'ordinador, en el qual s'associen les construccions de la lògica formal amb un procés empíric espontani i personal que en qualsevol moment es pot posar a prova en la pantalla, ofereix una sèrie d'aproximacions molt interessants a la resolució de problemes.

James Clayson