

## EL PROCÉS TECNOLÒGIC, ADN DE L'EDUCACIÓ TECNOLÒGICA?

**David Atzet i Rovira**

*Professor de tecnologia de la secció d'institut de secundària Cardener (Sant Joan de Vilatorrada)*

### Introducció

L'àrea de tecnologia que defineix l'actual marc educatiu posa èmfasi en el procés tecnològic i en el que anomena *objectes tecnològics*. Aquests conceptes, dins l'àmbit educatiu i en especial entre el professorat de l'àrea de tecnologia, generen punts de desacord. Ara com ara, el procés tecnològic és concebut i aplicat més aviat com un *mètode* organitzat, segons el qual es duu a terme un projecte en el marc de les matèries de l'àrea de tecnologia, sigui al taller o en el conjunt d'activitats de les matèries de l'àrea.

Enfront d'aquesta idea o aquest plantejament hi ha una altra manera d'entendre i desenvolupar el procés tecnològic a l'àrea de tecnologia. Des d'aquest altre punt de vista es despleguen un conjunt d'activitats que posen en joc tots els coneixements necessaris per resoldre els continguts que es treballen a les matèries per assolir els objectius de l'àrea. Seria des d'aquest punt de vista que conceptes com *creativitat* i *emprenedoria* prendrien rellevància.

Per poder parlar una mica més del procés tecnològic i el seu context ens caldrà conèixer com es conceptualitza, quins «coneixements» requereix, com es desenvolupa i quina és la seva relació amb aquests objectes tecnològics que esmentem. Com podem veure a la figura 1, és en la fase de disseny on l'alumnat mobilitzarà els coneixements i les habilitats necessaris per resoldre o desenvolupar el projecte que hagi de fer el grup. També hauré de veure què aporta el procés tecnològic a l'àrea de tecnologia i, des d'una visió més àmplia, a l'educació tecnològica.

El coneixement tecnològic, i el procés tecnològic com a màxim exponent, s'afegeix als altres «coneixements» més tradicionals, com ara el científic, i hi aporta un valor afegit, en aspectes com la creativitat, la realització d'objectes i ginyos, la resolució de problemes i el treball metacognitiu de l'alumnat (Barlex, 2006).

Les reflexions que faré en aquest article són fruit en bona mesura de la meua experiència en aquest camp com a professor i formador, i per això m'agradaria obrir un debat sobre el desplegament de l'aprenentatge del procés tecnològic en els centres educatius i obrir un espai de reflexió i aprofundiment que contribueixi a desenvolupar propostes educatives que ens duguin a obtenir uns resultats més bons i un impacte major.

Parlar del procés tecnològic no és fer-ho d'un nou paradigma tot i que en el nostre sistema educatiu entrà en escena a principi de la dècada de 1990. Malgrat un bon grapat d'esforços, encara no hem sigut capaços, des de l'àrea de tecnologia, d'obrir una esclatxa en el currículum per concretar el procés tecnològic, com es defineix, el seu plantejament i desenvolupament curricular i menys encara la seva didàctica. Aspecte difícil de resoldre a causa d'una presència gairebé testimonial de l'àrea en l'educació secundària obligatòria.

Però aquesta no és una qüestió única a Catalunya. Hi ha diversos estudis relatius a la situació de les carreres científicotècniques (Eurostat, 2008)<sup>1</sup> en què es veu clarament el valor que els joves donen a les matèries i els estudis relatius a la ciència i a la tecnologia, però que només un baix percentatge acaba fent carrera en aquest àmbit (Ekevall *et al.*, 2009; OCDE, 2006). Caldrà veure si el procés tecnològic pot contribuir a millorar, i com, aquest darrer aspecte.



FIGURA 1. Un grup d'alumnes treballant en la fase de disseny d'un objecte.

1. Del treball de T. Meri (2008), disponible en línia a <[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-SF-08-077/EN/KS-SF-08-077-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-08-077/EN/KS-SF-08-077-EN.PDF)>.

## De la naturalesa, el coneixement i la praxi tecnològica

Des del seu desplegament amb la Llei orgànica d'ordenació general del sistema educatiu (LOGSE) fins als plantejaments de la Llei orgànica d'educació (LOE) l'àrea de tecnologia ha sofert canvis substancials, un dels quals és el nom: ara ens referim a la tecnologia com a *tecnologies*. Però rere aquest nom hi ha tot un univers difús, i més si tenim en compte la vaguetat que hi ha en les diferents definicions i accepcions que es donen del terme.

El treball en l'àmbit de l'*educació tecnològica*, al qual ens referíem més amunt, ens ha de permetre posar l'alumnat en contacte amb uns contextos generals dins dels quals trobarem el conjunt de continguts, habilitats, capacitats i competències que es requereixen en aquesta àrea i que sovint es posen o es treballen en un context molt proper a la realitat de l'alumnat. Aquests contextos són: la *naturalesa de la tecnologia*, el *coneixement tecnològic* i la *praxi tecnològica*.

Si entenem l'educació tecnològica com aquell conjunt d'accions que «busquen afavorir en l'alumnat el «saber què» i el «saber com»» (Atzet, 2010, p. 12),<sup>2</sup> i el «saber per què», veurem que cadascun d'aquests contextos ens permet mobilitzar part o el conjunt d'aquests coneixements.

La *naturalesa de la tecnologia* aporta a l'alumnat la capacitat de comprendre d'una manera crítica aquesta forma d'intervenció en el món, en què els avenços tecnològics estan inevitablement influenciats per esdeveniments històrics, socials i culturals. Estaríem en l'esfera social (societat). Dins d'aquest context l'alumnat s'apropa a la tecnologia per mitjà de la mateixa tecnologia i pot definir la seva visió respecte a:

- La tecnologia emprada
- Els resultats tecnològics
- Els efectes de la tecnologia en l'entorn.

L'alumnat pot examinar els avenços tecnològics, el resultat del seu ús en el passat i pot fer prediccions sobre qüestions tecnològiques tant d'àmbit personal com social. Interpretacions que afavoreixen un esperit crític i que fan entrar en joc qüestions ètiques i morals en l'ús i l'aplicació de la tecnologia. Aquest context respon al «saber per què».

El *coneixement tecnològic* dona a l'alumnat la base del saber tecnològic i la comprensió dels principals conceptes que sustenten el seu desenvolupament així com els conseqüents resultats que originen o a què donen lloc. En aquest context, doncs, l'alumnat ha de ser capaç d'explicar, i més tard aplicar, aquest coneixement en el desenvolupament d'objectes o ginys tecnològics, així com en la seva creativitat, tenint en compte:

2. De fet en el document s'esmenta que, en síntesi, entén l'educació tecnològica com «un conjunt d'accions, dissenyades per al desenvolupament de competències, que responen a un procés planificat i contextualitzat. Aquestes accions giren al voltant d'una situació problema i estan pensades per afavorir en l'alumnat un espai per a la comprensió i l'ús de tecnologies amb la finalitat d'obtenir uns resultats i solucions a diferents problemes».

- Quins sistemes tecnològics intervenen
- Els models tecnològics als quals responen
- Els possibles productes i serveis que representen.

El treball d'aquest coneixement i dels sistemes als quals es refereix parteix del model, de la modelització del tema d'estudi. Aquesta modelització, tot i ser una simplificació, permet a l'alumnat acostar-se a la realitat i entendre-la. L'exploració de diversos prototipus aporta a aquest alumnat una millor idea del poder i les limitacions que té la tecnologia, així com en una fase més creativa afavorirà possibles solucions o millores. En aquest sentit estem mobilitzant el «saber què».

La *praxi tecnològica* és l'element que permet a l'alumnat dur a terme les propostes d'activitats que condueixen al disseny i la construcció d'objectes propis dins d'un context particular i reflexionar sobre les pràctiques tecnològiques d'altres. Com podem veure a la figura 2, l'aula taller és el lloc on l'alumnat es posa en contacte amb la praxi tecnològica. En aquest context es poden desenvolupar les capacitats que faciliten:

- Planificació de la pràctica
- Desenvolupament
- Valoració i avaluació de resultats.

En aquest context es contribueix a obtenir el sentit d'apropiació del coneixement tecnològic, així com d'altres que s'hi vinculen, i és el que ens permet materialitzar en quelcom la interrelació de coneixements. Això s'aconsegueix a partir de la cerca de solucions, i sovint solucions diverses, que responen o han de respondre a les necessitats o propostes que es troba l'alumnat. Podríem dir que el punt àlgid d'aquest context el trobem en la tria de l'opció més encertada, moment en el qual entra en joc tot el que es refereix a la naturalesa de la tecnologia, és a dir, el seu vessant relatiu a l'esfera social de la tecnologia i el coneixement tecnològic.

Les oportunitats que es tenen en aquest context per integrar la naturalesa de la tecnologia i el coneixement tecnològic ens serveixen per millorar la praxi, per refinar la pràctica, tant la personal com la col·lectiva. Estem treballant el «saber com».

Podríem englobar aquest conjunt d'accions sota la idea de l'acció tècnica tal com esmenta Rapp (1981, p. 49). Segons aquest autor, Rapp, aquesta acció «consisteix en la interven-

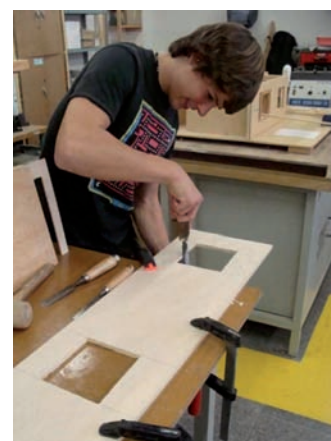


FIGURA 2. S'aprofita l'aula taller per posar l'alumnat en contacte amb la praxi.

ció de l'home en el seu medi ambient», entès aquest en el sentit més ampli. Podríem esquematitzar aquests contextos i les seves relacions en un diagrama com ara aquest:

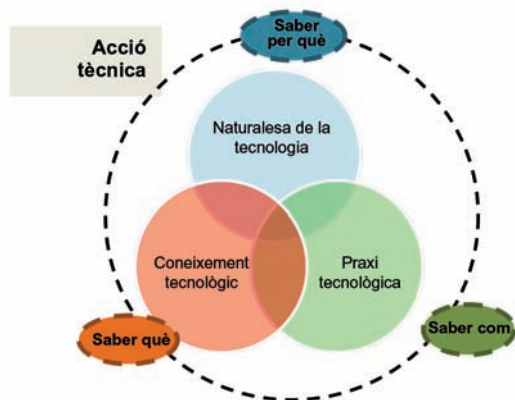


FIGURA 3. Els tres contextos en els quals es desenvolupa l'àrea de tecnologia esdevenen l'escenari de l'acció tècnica.

Els tres tipus de coneixement, «saber per què», «saber què» i «saber com», interactuen i es combinen per proporcionar a l'alumnat un ventall més ampli de coneixements que es consideren importants en el desenvolupament d'una alfabetització tecnològica àmplia que els permeti afrontar el repte que aquesta representa o amaga. Però potser el que és més important per a nosaltres és que en el desenvolupament conjunt d'aquests contextos, en aquesta acció tècnica, hi ha com a eix central el procés tecnològic.

### Procés o mètode?

El desenvolupament tecnològic, com he dit més amunt, es basa, molt sovint, en la realització de models per estudiar la realitat i el seu comportament; aquesta modelització permet acostar-nos a l'objecte tecnològic. Durant molts anys la indústria ha realitzat aquests models utilitzant les tècniques més variades, però sempre hi havia un tècnic, o més aviat podríem dir un artesà, que posava el seu saber a fer el model. Ara com ara, aquest modelatge està patint canvis molt grans amb els sistemes d'impressió sòlida (a base de resines i altres materials) que ens permeten obtenir l'objecte tal com serà, amb les seves dimensions, articulacions, sistemes de transmissió... És a dir, una rèplica exacta de l'objecte final. Un exemple del que diem és el que es fa al taller o l'aula d'experimentació fent models d'objectes, tal com podem veure a la figura 4, on es veuen uns alumnes treballant en el seu prototip.

Una altra de les possibilitats de modelatge són les simulacions mitjançant programaris específics o petits programes (*scripts*) amb els quals es dona forma i moviment a l'objecte que volem fer. La diferència és clara. En aquest sistema de modelatge no podem tocar l'objecte, només el podem visualitzar. Aquests són punts del procés que ac-



FIGURA 4. La modelització ens acostava a l'objecte tecnològic.

tualment faciliten la manera de procedir, l'agilitzen i donen velocitat al pas de les idees, d'allò que pensem a allò que volem que sigui.

Ara bé, malgrat aquesta acceleració, el desenvolupament d'un objecte, el disseny d'un producte... segueix el procés tecnològic i, depenent de l'ambient en el qual es desenvolupi, un procés industrial. Podem identificar el que hem dit amb «acció tècnica». Però, podem afirmar que en el conjunt de les accions del professorat, de les activitats de l'àrea, seguim el procés tecnològic o seguim més aviat un «mètode» de treball àmpliament acceptat?

Una anàlisi semàntica del terme ens permet aprofundir una mica més en el terreny en què ens estem movent i ens pot ajudar a respondre algunes preguntes que ens podem fer amb relació a *procés* o *mètode*. Ho veiem en la taula 1.

Vistes les definicions podem dir que realment la manera de procedir de l'acció tècnica té més de procés que de mètode. (Podem veure el que diem en les definicions recollides a la taula 1.) Si pensem un xic sobre com actuem els éssers humans quan fem qualsevol acció tècnica (des de fer una truita fins a dissenyar un giny qualsevol), seguim tot un seguit d'accions, algunes de les quals tenen una manera de fer específica, un mètode, però és el conjunt el que fa el tot.

Mentre que el mètode ens estableix una manera de procedir, ens regula el camí a seguir, el procés tecnològic estableix una progressió d'actes, amb els quals se'ns permet afrontar la complexitat d'accions que formen el procés tecnològic. Tot i que no ens ho acabi de semblar, rere tot procés tecnològic hi ha un conjunt d'accions complexes, que podríem representar per un procés de *cap i mans*.<sup>3</sup>

3. Pel que fa a la relació *cap i mans*, ens referim al que alguns teòrics de l'educació tecnològica ens descriuen, per exemple, en la documentació de l'Institut Federal per a la Formació Professional (BIBB) d'Alemanya respecte als fonaments del Leittext. Però, què volem dir amb la relació *cap i mans*? Doncs ens referim a la interconnexió que hi ha entre allò abstracte, teòric i allò que esdevé físic, fruit del disseny, de la creació i la manipulació o intervenció humana sobre un problema. En definitiva, ens reflecteix la mobilització de diferents coneixements dirigits a resoldre un «problema» que condueix a l'objecte final.

TAULA 1  
Recull de la definició dels conceptes de mètode i de procés donats al DIEC i a la Gran enciclopèdia catalana.

	Procés	Mètode
DIEC	[QU] Successió predeterminada de fases que es repeteixen regularment en un fenomen, en un procediment industrial, etc. [IN] En inform., seqüència definida d'operacions. Procés de simulació	[LC] [FS] Camí que se segueix, manera ordenada de procedir, per a arribar a un fi. <i>Ha prescrit un nou mètode de cura. Estudiar sense mètode. Fer les coses amb mètode. Mètode analític, sintètic. Mètode experimental.</i>
Gran enciclopèdia catalana	[filos] Seguit de fenòmens, estats, formes, etc., pels quals va passant un ésser, o dels quals és causa una acció, i que integren la contínua i progressiva transformació d'aquest. Arrelat d'una manera primordial en el camp de les ciències, el concepte de procés, contraposat a la idea de substància (entesa en un sentit estàtic)	[filos i metod] Manera concreta de procedir, d'aplicar el pensament, de dur a terme una investigació, etc., per tal de conèixer la realitat, de comprendre el sentit o el valor d'uns fets determinats, d'interpretar correctament les dades de l'experiència, de resoldre un problema, una qüestió. [...] problema fonamental de la qüestió del mètode és el de la relació a establir entre mètode i realitat que hom tracta de conèixer mitjançant l'aplicació d'aquest; generalment hom admet que l'àmbit concret del real a investigar determina l'estructura del mètode a seguir: així, la matemàtica té uns mètodes propis que no corresponen, o no haurien de correspondre, als mètodes de la física, igual que els d'aquesta no són, o no haurien d'ésser, els mateixos que els de la història, etc.

Podem trobar explicació en com treballem aquesta complexitat en la teoria vigotskiana. Segons Vigotski, el llenguatge és un mediador en l'acció humana, i per tant també podem pensar que ho és en l'acció tècnica, en tant que acció humana. Des d'una perspectiva socioconstructivista, l'encaix és la facilitat per al domini del llenguatge i vist aquest com el mediador que permet anar de dins a fora, del jo als altres, i de fora a dins, dels altres al jo. Aquesta *fase dialògica* és possiblement el tret més important del procés. A la figura 5 podem veure exemplificat com l'alumnat parla i discuteix sobre les possibles solucions per acabar triant-ne una.

Podem resumir-ho fent servir el que diu sobre la definició de *procés* el diccionari britànic, que ens el descriu tot dient: «Seguit de passos progressius i interdependents amb els quals s'assoleix un "final" o seguit d'operacions dutes a terme en l'elaboració d'un producte». Potser ens podríem aventurar a dir que el mètode ens permet fer una anàlisi del que ens trobem al davant, potser un element del nostre ambient, potser un resultat de la nostra acció [humana], mentre que el procés ens permet donar forma, és el que



FIGURA 5. El domini del llenguatge contribueix al desenvolupament de l'acció tècnica.

dóna lloc al resultat. Sense deixar de banda que en el desenvolupament d'aquestes accions potser hi ha mètodes diversos. En definitiva, que el procés va més enllà del que fa el mètode.

A grans trets podem dir que l'un dóna més resposta a problemes pràctics, el procés, mentre que l'altre, el mètode, dóna resposta a problemes teòrics. Com diu Marina,<sup>4</sup> «la culminació del coneixement era la ciència i aquesta és teòrica [...]. Hi ha dos tipus de problemes, teòrics i pràctics. La ciència resol problemes teòrics i un problema teòric, per molt complicat que resulti, es resol quan se'n coneix la solució. En canvi, un problema pràctic no es resol quan es coneix la solució sinó quan la posem en pràctica».

Podem resumir tot el que acabem de dir en aquest apartat amb un fragment de Stiegler (2002) que és bastant aclaridor:

El descubrimiento técnico no se resume en un simple desarrollo y en una simple puesta en aplicación de un descubrimiento científico [...], hay una singularidad de la lógica de la invención técnica. La invención técnica, al no estar guiada por un formalismo teórico que preceda a la operación práctica, permanece empírica; tampoco se puede decir que la operación inventiva se produzca al azar ya que una parte esencial de la innovación se hace por transferencia.

### El procés tecnològic: coneixement i praxi? L'acció tècnica

Malgrat que no tenim estudis o dades sobre aquest tema, el col·lectiu de professorat de tecnologia del nostre país tendeix a relacionar el procés tecnològic amb quelcom que es fa, treballa i desenvolupa a l'aula taller. I agafa un significat pràctic (praxi). Però, tal com es planteja, es treballa i

4. Fragment extret de la ponència de José Antonio Marina (15 de febrer de 2012) en els Debats d'Educació que es van fer al Museu d'Art Contemporani de Barcelona (MACBA). Consultable en línia a <<http://www.youtube.com/watch?v=fvdfZLTSGVs>> (consulta: 10 abril 2012).



s'acaba materialitzant ens dóna arguments per pensar que en la gran majoria de casos se'n fa un desenvolupament teòric (coneixement tecnològic).<sup>5</sup>

Personalment em resisteixo a reduir el procés tecnològic a quelcom que se situa en un dels extrems possibles, teòric o pràctic. L'aposta per un procés tecnològic vist com un dels trets que defineixi l'àrea i que en certa manera l'article, requereix cercar el punt d'equilibri.

Ens podem preguntar com s'arriba a establir el procés tecnològic, o com sistematitzar-lo fins a aconseguir quelcom fonamental en el fer d'un saber, d'un «coneixement». Mentre que el mètode científic està relacionat o s'identifica amb el saber, en un sentit generalista, és a dir, relacionat amb el *noûs* i l'*episteme*, ens trobem autores com Aspe que recullen el concepte de *tècnica de la filosofia* d'Aristòtil i ens presenten la tècnica com a quelcom que ens permet relacionar la *tekhné* i la *poiesis*, entesa aquesta com el fer venir, fer sorgir d'on no hi és. Aspe (1993) ens contextualitza la *poiesis* dient que

[...] tres son las actividades que competen a estas formalidades cognoscitivas:

- *Theoria* como actividad de la *episteme*, *sophía* y *nous*
- *Praxis* como actividad del hábito prudencial
- *Póiesis* como actividad de la *téchne*.

És a dir que per als clàssics grecs la *tekhné*, a l'esfera de la qual pertany el procés tecnològic i la major part de l'activitat que es desenvolupa en l'àrea de tecnologia, es troba en una activitat que no és ni *theoria* ni *praxis*. Per altra banda, aquesta *tekhné* també es relaciona, de manera directa o indirecta, amb la naturalesa.

Des de l'inici de la humanitat els humans han treballat o modificat el medi natural que els envolta, primer amb la mà i més tard amb eines, i han transposat aquests instruments i procediments al camp de les idees i d'allò imaginat al món del sensible. Aquest aspecte és el que ens dóna peu a dir que a més de la selecció natural els humans tenen un altre criteri de selecció, la selecció tècnica (Dessauer, 1964; Corbella *et al.*, 2000; Nye, 2008). És en aquesta selecció on el procés tecnològic, o alguna cosa semblant, possiblement ha tingut una responsabilitat important.

Aquesta responsabilitat ja es va intuir en el període grec clàssic. Així, el procés s'estudià, analitzà i sistematitzà de la mà de personatges com Sòcrates. Dessauer (1964) es refereix a aquest període dient que «se intenta aclarar cuál sea la naturaleza de la "Techne" (τέχνη) y de los "technites" o "technikos", es decir, de los artesanos, operarios, artistas y expertos». Rere el treball de Sòcrates, afegeix Dessauer, hi ha una lluita per dues grans idees: la veritat (el saber) i el bé (el valor).

El treball de Dessauer té la particularitat de posar en evidència la gènesi del procés tecnològic feta per Sòcrates.

Com hem vist, Sòcrates i després els seus deixebles, com ara Aristòtil, van estar preocupats per la *tekhné*, malgrat que, d'això, no se'n parli gaire. Tot i aquesta preocupació va guanyar la batalla l'*episteme* (la ciència). La victòria de la visió teòrica com a «saber» va relegar el coneixement tecnològic que es desvetllava a un segon o tercer pla, «ja que la tecnologia, fins fa alguns segles, era sobretot preocupació de grups que escrivien poc; s'havia descuidat el paper que correspon al desenvolupament tecnològic en els assumptes humans» (White, 1990).

La idea del sorgiment de l'objecte tecnològic citada per Aristòtil també va ser descrita per Heidegger (2001) en la seva conferència titulada «La pregunta per la tècnica». Per a Heidegger aquest sorgiment està relacionat amb el cap i mans descrit per diferents treballs sobre l'educació tecnològica i esmentat més amunt.

Però Sòcrates entén la creació tècnica com a quelcom que parteix d'una imatge (*eidoz*, *eidós*), que no és res més que una idea que ha sorgit en la imaginació d'algú i que en aquest procés d'imaginar-se-la també porta implícit com ha de produir-se o fer-se possible. Afegeix Dessauer que «sabe de la falta de arbitrariedad tanto de la imagen como del método, y sabe del valor como cumplimiento de un fin [...]». [E]sa imagen está condicionada por el objetivo pretendido por el hombre».

Per a Sòcrates, tot això el porta a dir que el poder que té el tècnic, el «technites» o «technikos», és saber i, per tant, en tant que és saber, és legítim i bo, en definitiva, valuos. Insisteix en aquest aspecte Dessauer (1964) tot dient:

El saber se fusiona con la esencia y el valor en la unidad de la «*techne*» [...]. [S]e trata en cada caso de «*techne*», de conocimiento, de saber y, por ello, de poder. En la filosofía socrática se utiliza [...] el modelo de la «*techne*», en la que el poder descansa sobre el saber y se fusiona con él [...]. [E]l estudio significa en la «*techne*» la adquisición de conocimientos [...].

En aquest sentit podríem afegir el que diu Farrington respecte a les «tècniques», de les quals esmenta que «tienen tanto valor práctico como epistemológico. La práctica próspera revela simultáneamente los conocimientos de la naturaleza por el hombre, y el poder de éste sobre aquélla: dos aspectos de una misma cosa». Per a Sòcrates l'esdeveniment dels objectes [tecnològics] és sempre *tekhné*.

Dessauer ens presenta, amb relació al que Sòcrates descriu sobre la significació o el desenvolupament de la *tekhné*, un procés. És a dir, un seguit de passos amb els quals s'assoleix un «final». Els passos o fases que presenta Sòcrates són:

1. Que a cualquier realización técnica precede el conocimiento de la cuestión. Sin la base de un conocimiento natural, aunque sea pre científico y primitivo, no existe técnica. Cuanto mayor sea la base del conocimiento, tanto mayor será la posibilidad de realizar obras técnicas.
2. Todos los objetos técnicos tienen su origen en los objetivos del hombre.

5. No ens referim, en aquest cas, al coneixement en un sentit ampli del terme sinó a la restricció que en fem més amunt.

3. Se parte de una imagen (*eidós*) de la obra, de un prototipo imaginado, de una «idea» del objeto que ha de ser producido.

4. Cuando se ha cumplido la primera condición (la del saber y del conocimiento), nace la obra (*ἔργον - ergon*) a través de la acción y a causa del objetivo, y cumplirá su fin como «*organon*».

5. Bajo esa condición del conocimiento y de acuerdo con él se realizará el objeto.

6. Cumplirá con el fin que se propuso el técnico y, por tanto, será bueno para ese fin, tendrá valor.

Podem esquematitzar el que ens diu Sòcrates de la manera següent:

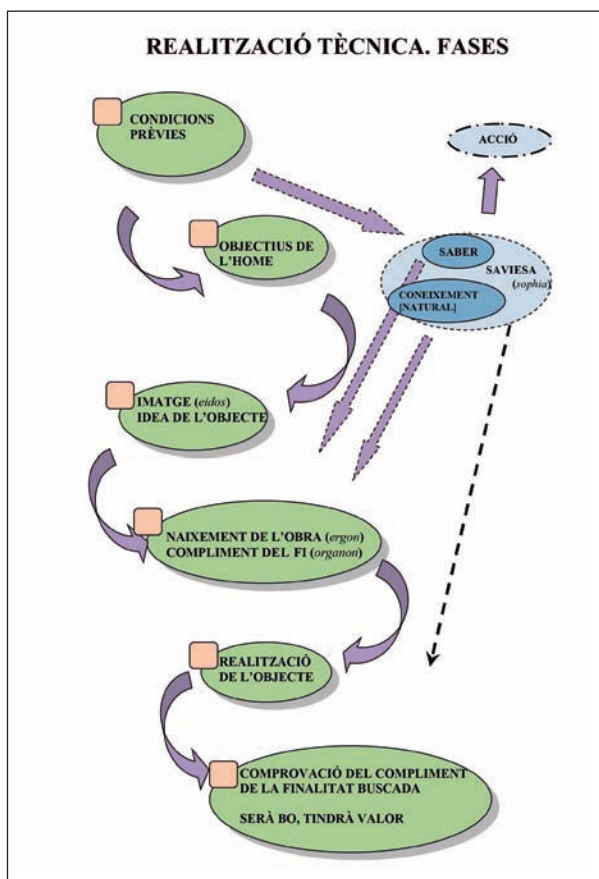


FIGURA 6. Diagrama per descriure les fases de la realització tècnica, a partir del text d'Aspe (1993).

Sòcrates sap que la saviesa (*sophia*), el saber i el coneixement, estan en l'origen de tots els béns, de tot allò que és bo per a l'home. Seguint la seva filosofia, bo és útil i, ens atreviríem a dir, èticament correcte. Aquesta és una idea de relació entre l'objecte resultant de la *tekhné* i l'ètica, pel que fa al valor o al fet de ser bo per a algun «objectiu». En el nostre temps es tendeix a identificar bo amb econòmicament viable. Però, estem segurs que tota acció tècnica no cerca el bé, la utilitat més enllà de la «bonança» econòmica?

Podem dir d'aquestes paraules que l'objecte resultant té valor, és bo, però no en si mateix, sinó perquè el *technikos* així l'ha pensat; ja ho era en el seu naixement, en el seu *er-*

*gon*. Una mostra del valor de la *tekhné* (*τέχνη*) el trobem en la paraula *ètica*, que també era coneguda com a «ciència de l'ètica» (*τέχνη ἠθική*).

Ara bé, en el període grec, si més no pel que podem veure etimològicament, la *tekhné* va gaudir d'una altra concepció. Què va fer que canviés aquesta imatge? Com diu Gille (1985), hem de defugir les visions que relacionen la tecnologia a una ciència aplicada o a una física recreativa. Així, quan aquest autor ens parla de la cultura tècnica a Grècia esmenta que «la física estava plena de nocions abstractes de les quals el futur faria "tabula rasa"». En aquest sentit, Gille ho matisa dient:

La física recreativa, que suele mencionarse burlonamente cuando se habla de los mecánicos griegos, quizás en definitiva no fuera más que una reacción frente a una ciencia excesivamente interesada en puras abstracciones, así como el medio de poner en evidencia una serie de fenómenos a los que no podía darse ninguna explicación válida de tipo científico.

Tot i això, si pensem en el procés tecnològic tal com el desenvolupem a l'àrea de tecnologia veurem que hi ha un aspecte un xic diferent. I és que visualitzem el procés com a quelcom cíclic, que està en constant evolució i que no té una fi, un acabament, clar. En canvi, per a Sòcrates aquest aspecte és diferent. Cada objecte compleix amb uns objectius i, per tant, no hi ha un «procés cíclic».

Amb el pas dels anys i el desenvolupament tecnològic hem vist com els sistemes tècnics anaven guanyant complexitat i feia falta formalitzar la resolució de problemes. Una de les solucions a aquesta situació condueix al procés tecnològic, entès com l'acció tècnica (Rapp, 1981, p. 41-57) o com la via per transferir una idea a objecte tecnològic. Es pot definir el procés tecnològic segons quatre fases: fase d'identificació, fase dialèctica, fase d'execució i fase de valoració. Fases que podem veure representades, també, en les metodologies d'acció completa.<sup>6</sup>

De ben segur que, si ens fixem en el que definia Sòcrates com a realització tècnica i hi comparem aquestes fases, hi veurem una clara interrelació entre unes i altres. Però concretem aquestes fases que componen el procés tecnològic actualment dins d'aquesta relació pensament-acció i la seva interrelació:

6. Segons Sala (2007), podem resumir les metodologies d'acció completa dient que són les que ajusten els procediments didàctics a la realització d'un cicle d'acció completa; estableixen l'abast dels objectius en funció de les zones de desenvolupament proper (ZDP) de l'alumnat; desenvolupen capacitats i valoren competències, i prenen la valoració com a element de significació del guany de coneixement adquirit.

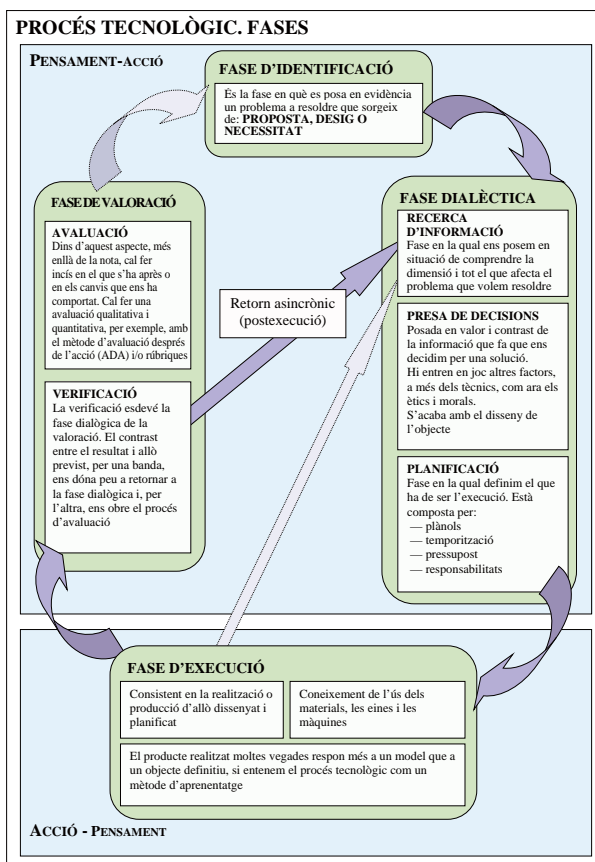


FIGURA 7. Model del procés tecnològic i les seves fases. Elaborat per l'autor a partir del model desenvolupat a l'àrea de tecnologia en el marc de la LOGSE.

Si parem esment en el que ens diuen els textos que es refereixen a aquesta «acció tècnica» fins ben bé el segle xx (Singer, 1958; Daumas, 1962; Dessauer, 1964; Farrington, 1974; Gille, 1985; Lynn, 1990), podem entendre que malgrat que alguns dels objectes o artefactes resultants podien ser treballats o vistos pel patró que seguim actualment, el patró imperant, molt probablement, era el que ens descriu Sòcrates. Una de les raons que el que ens ha arribat ha evolucionat al que seguim en aquests moments pot raure en la idea que s'incorpora, a partir de la dècada de 1950, en la producció i en la seva organització, especialment pel que fa referència als cicles de millora contínua descrits per Deming.

Si ens fixem en el procés tecnològic tal com està plantejat, i el que genera al final del conjunt d'accions, podem dir que la tècnica no és només un fet, sinó un resultat (Stiegler, 2002, p. 53). El *saber tècnic* és acumulatiu, fent una similitud pedagògica, podríem dir-ne significatiu. Partim del que sabem, de la «pretecnologia» que portem entre altres coses per la nostra cultura, i anem construint a partir d'aquí i sobre aquest un nou saber i un coneixement nou.

En aquest sentit, és curiós veure com els textos del mateix Departament d'Ensenyament fan referència a aquesta idea de la tecnologia vista com a procés que dona lloc a

resultats, quan realment el que s'acaba practicant, o el que el desenvolupament del currículum permet, a vegades en queda molt lluny. Una mostra del que esmentem el trobem en el document *Tecnologies a l'ESO* (2009) quan es refereix al procés tecnològic tot dient que

el procés tecnològic no és una proposta d'acció teòrica sinó que sols té lloc quan es desenvolupa. Per tant, és imprescindible que a tecnologies les activitats d'aula es basin, fonamentalment, en la seva aplicació. Aquesta és la millor manera per fer possible que l'alumnat integri l'essència de les contribucions de la tecnologia a la humanitat, interpreti com les tecnologies contribueixen a la configuració social, esdevingui competent en un món marcadament tecnològic i desenvolupi el pensament tecnològic, com una modalitat de pensament específica associada a coneixements declaratius, procedimentals i tàctics.<sup>7</sup>

Malgrat aquest enfocament, la configuració final de l'àrea, els currículums, l'organització horària i tot el que es vincula al desenvolupament d'una matèria del currículum, no afavoreix pas que l'àrea de tecnologia i el procés tecnològic tinguin el pes que *a priori* sembla que se'ls assigna.

### El procés tecnològic en el desenvolupament de l'àrea

Referent a la matèria de tecnologies i les matèries de quart curs de tecnologia i informàtica, el Decret 143/2007, que correspon als darrers canvis del currículum, en diu que «ofereixen un ampli ventall de metodologies i estratègies que, dins del marc del procés tecnològic, permeten arribar a la diversitat de capacitats i d'interessos de l'alumnat».<sup>8</sup> Més endavant la Direcció General de l'Educació Bàsica i el Batxillerat<sup>9</sup> va elaborar un document on ens concreta un xic més com es desenvolupa l'àrea. En aquest sentit esmenta que s'ha d'«insistir en el *procés tecnològic* i en els *objectes tecnològics* com a elements paradigmàtics dels dos eixos que identifiquen el currículum de tecnologies». Però no en fa cap definició.

D'aquest fragment ens sorgeixen dues qüestions: què és i quin paper té el *procés tecnològic* en el desenvolupament de l'àrea?, i a què ens referim quan diem *objectes tecnològics*?

En el document *Tecnologies a l'ESO* podem veure com és plantejat el procés tecnològic des de la visió del que legisla, de la implantació del currículum. Així tenim que

7. Fragment extret del document *Tecnologies a l'ESO* (juliol 2009), de la Direcció General de l'Educació Bàsica i el Batxillerat. Es pot consultar en línia a la web [www.xtec.cat/educatib](http://www.xtec.cat/educatib).

8. Extret del Decret 143/2007, de 26 de juny, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària obligatòria.

9. Fragment extret del document *Tecnologies a l'ESO* (juliol 2009), de la Direcció General de l'Educació Bàsica i el Batxillerat. Es pot consultar en línia a la web [www.xtec.cat/educatib](http://www.xtec.cat/educatib).



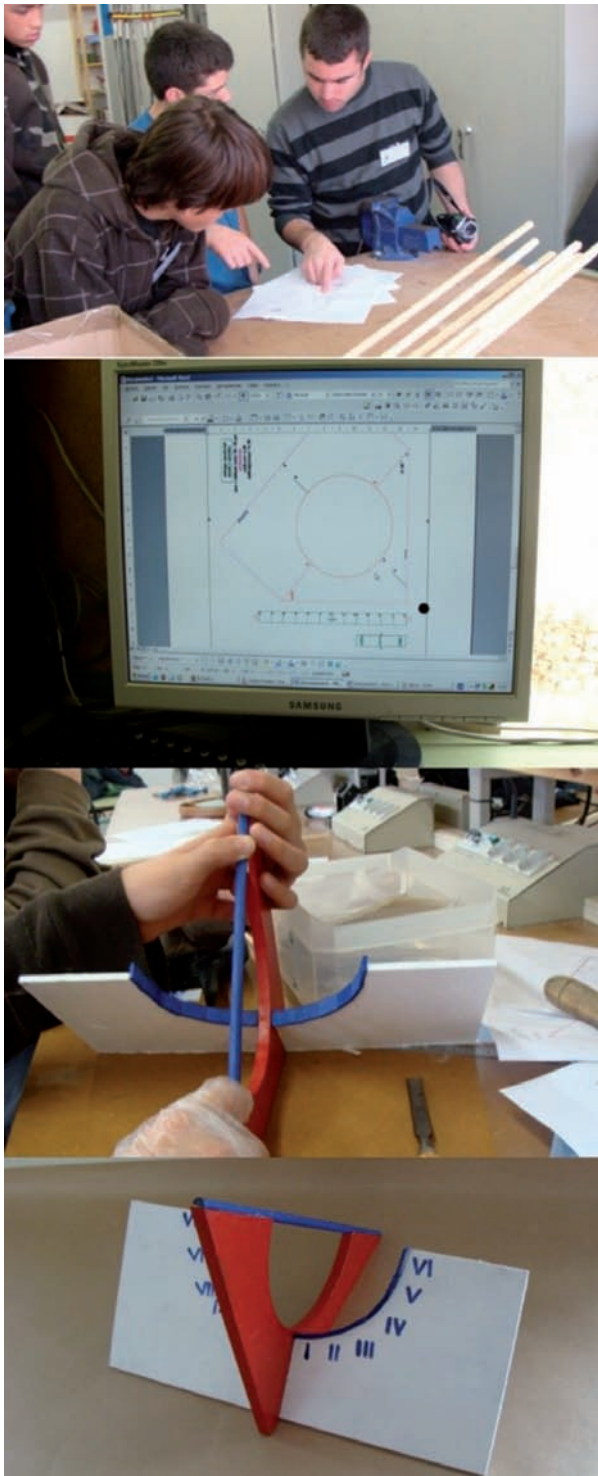


FIGURA 8. Recull d'imatges que esquematitzen el desenvolupament del procés tecnològic.

el procés tecnològic sintetitza i caracteritza tota l'activitat tecnològica que els humans realitzen per tal de donar resposta a les necessitats i als problemes amb què es troba i als reptes que es planteja. El procés tecnològic —amb totes les seves variacions segons el moment històric en què ens situem, segons l'àmbit tecnològic que considerem o segons la complexitat de la situació en què s'aplica— és un procés universal que queda definit per totes les accions que es duen a terme per donar resposta a cada situació problemàtica.

En la figura 8 veiem de manera gràfica i esquemàtica les accions que es duen a terme en el desenvolupament del procés tecnològic a l'hora de fer un objecte. D'altra banda, com es desprèn del text a què ens referíem, podem veure que des del currículum es transfereix al procés tecnològic un pes específic molt alt. Segons aquest document, és amb el procés tecnològic que es poden resoldre, en general, les situacions problema que es plantegen en aquest àmbit. Ara bé, com ho podem fer això? O, el que és millor, com ho fem, en general?

Treballar el procés tecnològic a l'aula és fer-ho en un context de resolució de problemes (*problem solving*) i sovint amb un mètode d'indagació. Malgrat conèixer el concepte del procés tecnològic sovint no seguim les seves fases, i solem ser restrictius en la realització d'aquest. Tampoc no entrenem les habilitats necessàries perquè l'alumnat sigui capaç de dur a terme el procés i esdevenir-ne «expert».

Com hem vist més amunt, el procés tecnològic és un cicle de pensament-acció, dirigit a resoldre el problema (*problem solving*), sota el qual trobem la idea que hi ha una interacció entre el pensament i l'activitat humana, coneguda també com a *psicologia de l'activitat*. És a partir d'aquestes idees que Leontiev i Vigotski establiren les seves teories per explicar el pensament humà. A grans trets, ens diuen que l'activitat humana és la base del desenvolupament intel·lectual, i defensen que els resultats que percebem pels sentits són els responsables o els inductors del nostre raonament. Per facilitar tot això, l'instrument que utilitzem és el *llenguatge*. Amb aquest, a més a més, podem arribar a l'experiència sense haver de reproduir-la nosaltres mateixos. Cosa que podríem relacionar amb el saber i el coneixement que esmentava Sòcrates.

És possible que, a mesura que les tecnologies que empram són més complexes, tenim la necessitat de donar valor a les idees posant-les en contrast amb les dels altres, aspecte que veiem reflectit en la figura 9, on es poden observar grups d'alumnes desenvolupant i programant un robot Lego NXT Mindstorms.

Si ens fixem en les fases que es desenvolupen en el procés tecnològic, veurem que hi podem dibuixar un cicle

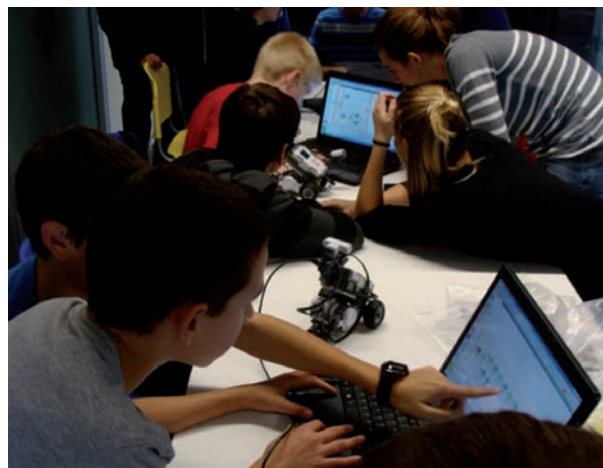


FIGURA 9. Durant el procés tecnològic té lloc una interacció pensament-acció.



de pensament-acció vist en un plantejament global del procés, però també ens trobarem amb petits cicles pensament-acció en cadascuna de les fases que el constitueixen. Aspecte que també veiem reflectit pels retorns, tant sincrònics com asincrònics, que ens estableixen ponts entre les diferents fases i que són possibles o es fan gràcies a l'establiment del cicle de pensament-acció.

Aquests cicles de pensament-acció que es produeixen en les fases del procés tecnològic donen peu que els actors i actores que hi participen facin, si més no internament, un procés pel qual interioritzen una manera de resoldre problemes, sovint en contextos més propers a la seva realitat. En referència a aquests canvis, podem agafar el que diu Cross (2008), fent una breu ressenya del que és el procés de disseny, amb el qual trobem similituds fàcilment traslladables al procés tecnològic. Així, en el treball en aquests contextos entrem en contacte amb situacions que ens porten a:

- Produir solucions noves i inesperades
- Tolerar la incertesa, treballant amb informació incompleta
- Aplicar la imaginació i la previsió constructiva a problemes pràctics<sup>10</sup>
- Utilitzar dibuixos i altres mitjans de modelatge com un mitjà per a la solució de problemes (*problem solving*).

Les activitats que desenvolupa l'alumnat al procés tecnològic tenen una dimensió molt gran i permeten un treball de tipus holístic. Des de l'estudi, l'anàlisi i el disseny fins a la construcció d'un objecte o un giny o un sistema tecnològic. Aquestes activitats esdevenen un bon vehicle per desenvolupar i enfortir l'alfabetització tecnològica. La mateixa naturalesa de la matèria permet a l'alumnat desenvolupar aquesta alfabetització a partir d'una àmplia gamma de contextos d'aprenentatge (aula, taller, museus, visites a indústries, activitats individuals, en grup, problemes...).

Amb tot, arribem a tocar uns aspectes importants pel que fa al futur del nostre alumnat. Aquests aspectes que es treballen des de l'àrea fan referència a:

- Comprensió de la realitat i diversitat tecnològica.
- Creativitat

- Relació entre tecnologia i indústria. Emprenedoria.

Tot i ser obvi, podem dir que des de les competències bàsiques que l'àrea pren amb especial atenció hi ha l'autonomia i iniciativa personal, el fet d'aprendre a aprendre i el coneixement del medi social. Seran les activitats al voltant d'això o que permeten assolir aquestes competències les que ens facilitin la creativitat, entesa aquesta com fer sorgir quelcom personal, no com el fruit d'un treball lliure més aviat anàrquic. Això vol dir que el foment de la creati-

vitat no passa per deixar-ho tot obert, «feu un treball amb mecanismes», sinó per definir uns objectius a assolir, però deixar la llibertat i tots els camins oberts per arribar a un mateix objectiu: «Dissenyu una fireta que giri a 10 voltes per minut partint d'un servomotor que gira a 180 voltes per minut. L'eix pot ser vertical o bé horitzontal».

Associada a la creativitat, hi trobarem l'emprenedoria, que és la que fa que l'alumnat no deixi la seva creativitat amagada sinó que la faci aflorar, que li doni forma i que a més l'expliqui als seus companys i companyes. Tot aquest conjunt és el que algunes persones veuen o defineixen com a foment del talent.

### Quina relació s'estableix entre els objectes tecnològics i el procés tecnològic?

En el resultat del procés tecnològic ens trobem, generalment, objectes tecnològics. Si ens fixem en aquests objectes i en fem l'anàlisi, per exemple, seguint el *mètode de l'artefacte*, podem entrar en com s'ha arribat a pensar, dissenyar i realitzar, així com les seves dimensions personal, econòmica i ambiental.

Dins d'aquesta societat «tecnològica» en què vivim i el conjunt de disciplines tecnològiques que conformen el sistema educatiu, l'alumnat entra en contacte amb un ampli ventall d'objectes tecnològics. Des del document al qual feiem referència se'ns presenta aquest terme com

una sèrie de conceptes que permeten entendre com s'estructura i s'integra el coneixement tecnològic, i eviten pensar que els objectes no són més que un producte industrial més o menys útil i desitjable. En finalitzar l'etapa, tot l'alumnat ha de ser capaç d'identificar-los quan està davant de qualsevol producte o realització tecnològica o quan interacciona amb ells. Són conceptes clau de caràcter transversal comuns als objectes i productes creats des de qualsevol disciplina tecnològica: component, material, estructura, funció, energia, usuari, impacte i qualitat.

Tot i viure en una societat tecnològica i altament tecnificada, si més no comparativament amb mig segle enrere, no podem dir que això es visqui de manera natural ni que aquesta, la tecnologia, tingui «un bon acolliment». Bruner (2004, p. 178) ja fa esment d'aquest fet en la seva descripció d'una assignatura per a l'home quan diu que

normalmente los niños no tienen oportunidad de emplear herramientas y, por tanto, no las encuentran muy interesantes. Esto puede deberse a un hecho más profundo, a saber, que los niños (al igual que sus padres de origen urbano) piensan en las herramientas como objetos que se compran en las ferreterías [...]. [L]os niños no suelen tener una idea muy clara de las relaciones entre las herramientas y las formas humanas de vida. La producción tiene lugar en fábricas que los niños no han tenido ocasión de conocer.

En les definicions oficials, les vinculades al desplegament de la LOE a Catalunya, es veu els objectes tècnics[ògics]

10. No podem entendre en aquest punt el concepte *aplicacions pràctiques* de manera restrictiva a la construcció d'objectes, sinó des d'un vessant més ampli per a l'obtenció de solucions que són funcionals, útils.

des de la idea d'un conjunt de conceptes que més enllà de tenir entitat pròpia ens permeten entendre com s'estructura i integra el coneixement tecnològic que origina l'objecte, intentant evitar relacionar-lo a un producte industrial. Aquesta pot possiblement respon a la imatge social que de l'objecte tècnic|lògic| es té.

Però, en relació amb la imatge social dels objectes tècnics|lògics| Simondon (1989, p. 9) ens explica la idea que la «cultura es constitueix en sistema de defensa contra la tècnica, però aquesta defensa és com una defensa de l'home, suposant que els objectes tècnics no contenen realitat humana». A més és del parer que «la cultura ignora que en la realitat tècnica hi ha una realitat humana» i que en aquest sentit «la cultura haurà d'incorporar l'ésser tècnic en forma de coneixements i sentit dels seus valors».

Per a Simondon (1989, p. 15) podem definir l'objecte tècnic per la seva gènesi i ens «és possible estudiar la relació entre l'objecte i altres realitats tècniques». Quan Simondon esmenta altres realitats tècniques es refereix, especialment, a l'home, nens i adults.

I el primer lloc en el qual podríem incorporar aquest aspecte és en l'àmbit escolar provocant, com podem veure a la figura 10, que sigui l'alumnat el que faci sortir aquesta realitat tècnica com la viu. Malgrat tot, en el nostre sistema educatiu aquest fet és encara incomplet. Són poques les escoles de primària que fan esment de l'existència dels objectes tècnics i menys de la seva gènesi i relació amb les persones, i encara trobem alguns centres de secundària que utilitzen l'aula taller com una aula més. Aquests objectes tecnològics continuen, en molts aspectes, essent unes caixes negres.

Segons Rapp, els diferents artefactes tècnics es produeixen per una transformació sistemàtica que esdevé gràcies a l'acció tècnica. Per a aquest autor això consisteix en la intervenció de l'home en el seu medi ambient físic. En definitiva, doncs, l'acció tècnica està dirigida a fabricar o produir estructures materials que han de complir una tasca donada per endavant.

Si vinculem la idea de Rapp i el que apareix en el document del Departament d'Ensenyament, podrem arribar a la

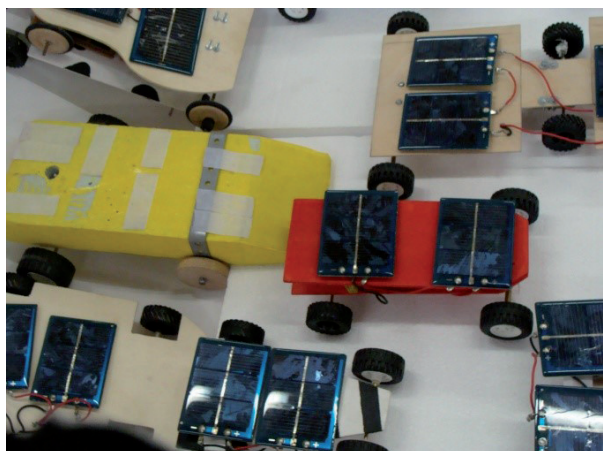


FIGURA 10. Imatge d'objectes tecnològics (cotxe solar) construïts en el context de la matèria de tecnologies 2.

conclusió que el paper del procés tecnològic és cabdal en la comprensió dels objectes tecnològics com de tot el coneixement, i especialment de què implica o què hi ha rere tot objecte. Com veiem, doncs, és el procés tecnològic com a acció tècnica el que ens permet fer una transformació sistemàtica del nostre medi, però, per altra banda, el que també ens ofereix vies per entrar a fer valoracions ètiques del que fem i de la seva repercussió.

Podem afegir a tot això el que diu Farrington respecte a les arts que imiten la naturalesa sense alterar-la, com ara la pintura, però també ens esmenta que «existen també las artes productivas [tecnologies], en las que el hombre no copia precisamente a la naturaleza, sino que coopera con ella». Afegeix Farrington que, segons Plató,

cuando [el hombre] suma el poder de su arte a la naturaleza [...] pues siendo formas de cooperar con el poder de la naturaleza, el logro de cada propósito significa que las potencias de la naturaleza han sido bien interpretadas. En este sentido, las técnicas tienen tanto valor práctico como epistemológico. La práctica próspera revela simultáneamente los conocimientos de la naturaleza por el hombre, y el poder de éste sobre aquélla: dos aspectos de una misma cosa.

En definitiva, que els objectes tecnològics i el procediment per obtenir-los, el procés tecnològic, ens estableixen un nexa entre allò natural, allò social i l'acció tècnica.

## Conclusions

Probablement, després de tot ens queden dues idees. La primera fa referència al procés tecnològic entès com a representació màxima de tota acció tècnica, organitzada amb una finalitat concreta que ens permet, entre altres coses, obtenir objectes tecnològics o ginyos diversos. I, la segona, la idea d'una visió més àmplia del coneixement que inclou un coneixement sovint oblidat, el coneixement tecnològic que ens permet, a més d'una alfabetització tecnològica, ser capaços de comprendre la realitat i la diversitat tecnològica que ens envolta.

Com acabem d'esmentar, el desenvolupament i l'assoliment d'una alfabetització tecnològica no s'ha de confondre o simplificar en un conjunt de realitzacions pràctiques. Va un xic més enllà. Així, en el treball a fer per arribar a l'alfabetització tecnològica hem de tenir en compte tres contextos, que s'interrelacionen però que presenten entitat pròpia: la naturalesa de la tecnologia, el coneixement i la praxi tecnològica.

És en el desenvolupament d'aquests contextos a l'aula quan podem treballar en l'àmbit del procés tecnològic, com a part fonamental del coneixement tecnològic. L'acció tècnica que té lloc en el desenvolupament del procés tecnològic ens permet, tal com es recull en la psicologia de l'activitat, l'existència d'una interrelació entre el pensament i l'acció (activitat) que té lloc durant el procés.

Dit això, també veiem que allò que sovint s'ha dit i que moltes vegades es diu amb la boca petita, i fins i tot amb un deix de poca seguretat, ara guanya certesa: la tecnolo-

gia és un pont entre les humanitats i les ciències. O és que algú no veu una relació clara entre el que pensem quan fem l'acció i l'acció mateixa? No volem insistir en el tema més del compte, però la celebrada frase de «cap i mans» que sovint esmenta el professorat de tecnologia podem dir que té una base «teòrica».

Com hem vist, també hi ha una altra visió del procés tecnològic, respecte al que sovint es vol fer creure, de com es veia la *tekhné* (tecnologia) en l'època grega. Ara bé, aquesta no es contraposa a la idea inicial, ni és una imatge nova; és quelcom que ve a dir-nos que l'essència de la tecnologia està en l'acció humana i que aquesta acció és l'acció tècnica.

Les relacions establertes pels éssers humans amb el seu entorn al llarg dels segles han permès desenvolupar un procés de treball propi, amb característiques ben definides i que s'ajunten amb l'acció «humana».

D'on sorgeix aquesta relació no és clar, però podem trobar respostes en el que hem esmentat respecte de la psicologia de l'activitat. Segons aquesta, es produeix una interacció entre el pensament i l'acció humana. Així, el procés tecnològic, entès com a acció tècnica i, per tant, acció humana, també ha de moure's en una zona propera a aquesta interacció. Potser no tenim tota la informació que duu persones com Eudald Carbonell a afirmar que les eines ens han fet humans, però sí que és clar que existeix una relació entre allò que pensem i allò que fem en l'àrea de tecnologia.

Sigui com sigui, en aquest procés d'humanització la tecnologia ha tingut un paper, més o menys important, i aquest paper segueix persistent. És i ha estat, possiblement, el desenvolupament d'unes accions. Per seguir, doncs, en aquest procés d'humanització ens cal aprofundir més en el treball del procés tecnològic i fer que l'alumnat el tingui clar i el realitzi d'una manera més «normalitzada».

Aquesta normalització ens ha de permetre, a banda del desenvolupament de l'àrea tenint en compte la diversitat d'àmbits que treballa, fer aflorar i potenciar amb les diferents activitats dos aspectes de cabdal importància per a les futures generacions i per al país: l'emprenedoria i la creativitat.

Aquest pot ser un primer aspecte per fer que els nois i noies entrin en contacte amb la dimensió del terme i cerquin vies per fer realitat les seves idees. Primer arribant a fer els objectes i després buscant la manera de desenvolupar-ne les sortides. Això implica, per una banda, generar idees i transformar les existents i, per l'altra, fer i generar coses noves. ■

## Bibliografia

- ASPE, V. (1993). *El concepto de técnica, arte y producción en la filosofía de Aristóteles*. Mèxic: Fondo de Cultura Económica.
- ATZET, D. (2010). *Les visites a empreses a l'ESO: Element desenvolupador del currículum i catalitzador del treball per competències* [en línia]. Departament d'Ensenyament. <<http://phobos.xtec.cat/sgfprp/resum.php?codi=2040>> [Consulta: 15 gener 2012]. [Repositori de llicències d'estudi]
- BALEX, D. (2006). *Young Foresight* [en línia]. Londres: Brunel University. <<http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT11/Barlex2def.pdf>> [Consulta: 10 gener 2012].
- BRUNER, J. S. (2004). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Ediciones Morata.
- CORBELLA, J. [et al.] (2000). *Sapiens: El llarg camí dels homínids cap a la intel·ligència*. Barcelona: Edicions 62.
- CROSS, N. (2008). *Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos*. Mèxic: Limusa Wiley.
- DAUMAS, M. (1996). *Histoire générale des techniques*. Vol. 1-5. París: Presses Universitaires de France. (Quadriga; 221-225)
- DESSAUER, F. (1964). *Discusión sobre la técnica*. Madrid: Rialp.
- EKEVALL, E. [et al.] (2009). «Engineering - What's that?». A: *SEFI 2009 Annual Conference* [en línia]: *Attracting Young People in Engineering*. Rotterdam. <<http://www.sefi.be/wp-content/abstracts2009/Ekevall.pdf>> [Consulta: 7 gener 2012].
- FARRINGTON, B. (1974). *Mano y cerebro en la antigua Grecia*. Madrid: Ayuso.
- GILLE, B. (1985). *La cultura técnica en Grecia*. Barcelona: Juan Granica.
- HEIDEGGER, M. (2001). *Conferencias y artículos*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- ITEA (1996). *Technology for all americans*. Virgínia (EUA): ITEA.
- ITEA (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Virgínia (EUA): ITEA.
- LEGENRE, R. (1983). *L'éducation totale*. Mont-real: Ville-Marie.
- LYNN, Leonard H.; REDDY, N. M.; AROM, J. D. (1996). «Linking technology and institutions: the innovation community framework». *Research Policy* [Elsevier], vol. 25, núm. 1 (gener), p. 91-106.
- MERI, T. (2008). *Human Resources employed in science and technology occupation professionals and technicians* [en línia]. Eurostat. Statistics in Focus 77/2008. <[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-SF-08-077/EN/KS-SF-08-077-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-08-077/EN/KS-SF-08-077-EN.PDF)> [Consulta: 14 gener 2012].
- NYE, D. (2008). *Technologie & Civilisation: 10 questions fondamentales liées aux technologies*. Llemotges: Fyp.
- OECD (2006). *OECD science, technology and industry outlook 2006*. París: OECD.
- RAPP, F. (1981). *Filosofía analítica de la técnica*. Barcelona: Laia; Buenos Aires: Alfa.
- SALA, F. (2007). *El mètode ABP a l'ensenyament secundari: L'aprenentatge basat en problemes, un camí per a ensenyar i aprendre*. Llicència d'estudi. Barcelona: Departament d'Educació.
- SIMONDON, G. (1989). *Du mode d'existence des objets techniques*. París: Aubier.
- SINGER, C. (1958). *A history of technology*. Vol. 1-5. Nova York: Londres: Oxford University Press.
- STIEGLER, B. (2002). *La técnica y el tiempo. I: El pecado de Epimeteo*. Hondarribia: Hiru.
- WHITE, L. (1990). *Tecnología medieval y cambio social*. Barcelona: Paidós. (Paidós Studio-Básica; 12)