

Ciència i tecnologia a la primera ensenyança de l'Escola Andorrana

Definició de l'àrea de ciència i tecnologia

El desenvolupament de la ciència i la tecnologia té conseqüències socials tangibles i immediates, contribueix a la transformació de tots els aspectes de la nostra societat i conforma el nostre futur. Aquesta incidència en les nostres vides fa que cada cop sigui més necessari assenyalar el valor cultural de l'educació científica i tecnològica, mostrant-ne la seva importància, pertinença i significat per a la gent.

La societat contemporània necessita fomentar una millor comprensió pública de la ciència i la tecnologia en relació amb una ciutadania democràtica. Cal promoure una ciutadania que pugui valorar críticament l'ús que s'ha fet i s'està fent de la ciència i la tecnologia i que pugui tenir criteri per la presa de decisions que la societat ha d'abordar col·lectivament. Així doncs, suposa un repte i una necessitat promoure l'alfabetització científica de tots els ciutadans.

En aquest context, la primera ensenyança té una funció imprescindible en:

- l'aproximació inicial dels escolars a les perspectives científiques i tecnològiques sobre la realitat
- la capacitat per diferenciar i valorar els coneixements científics en contrast amb altres formes de coneixement

- la capacitat per utilitzar valors i criteris ètics associats a la presa de decisions en qüestions relatives al desenvolupament científicotecnològic
- la promoció d'habilitats per poder argumentar les conseqüències de diferents estils de vida i adoptar una disposició adequada per una vida física i mental saludable en un entorn natural i social que també ho sigui.

Per tant, plantejar-nos què vol dir ensenyar i aprendre ciència i tecnologia des de l'escola implicarà plantejar-nos quins han de ser els continguts clau a ensenyar, com capacitem ciutadans alfabetitzats científicament i capaços d'implicar-se en la recerca de solucions a qüestions científiques i tecnològiques i, sobretot, com eduquem per una ciutadania més democràtica, crítica, justa i sostenible.

Ciència i tecnologia en relació amb la societat

La ciència i la tecnologia sempre han estat relacionades, compartint objectius comuns per descobrir els enigmes i les lleis del món natural així com per contribuir a la millora de les nostres condicions de vida i la transformació del nostre entorn. La relació cooperativa entre les dues disciplines ha estat tan poderosa que ens ha permès, en un breu període històric, doblar la nostra esperança de vida, comunicar-nos amb qualsevol persona del planeta a la velocitat de

la llum, elaborar prediccions amb un nivell de detall mai vistes fins el moment i, fins i tot, descobrir antics mons del passat. No obstant, el mal ús del coneixement científicotecnològic ha ocasionat també problemes com són: l'augment de la contaminació, l'ús de substàncies tòxiques, el deteriorament progressiu del medi ambient, la desertització, l'empobriment de la flora i la fauna o el desenvolupament de l'armament nuclear. Aquests problemes són també exemples dels riscos del coneixement científic.

Una educació que emfatitzi la relació ciència-tecnologia-societat comportarà una reflexió més àmplia sobre els objectes i processos tecnològics en la seva inserció social, reconceptualitzant la idea de tecnologia a partir de problemes que siguin significatius per a l'alumnat. La comprensió de la relació de la tecnologia amb el món i la transformació de la societat en relació amb l'avenç científic i tecnològic ha de promoure l'alfabetització en ciència i

tecnologia. De manera específica, a primera ensenyança, això suposarà, per exemple, fer possible que l'alumnat pugui començar a discutir i opinar amb fonament sobre coses com la idoneïtat de reintroduir l'ós en els boscos propers a l'escola; les possibilitats de millorar la gestió energètica del centre (estalvi d'aigua, energia elèctrica, etc.), així com fer propostes específiques per la reducció i millora en la gestió de residus del centre escolar.

En definitiva, es tracta de fer possible que els ciutadans estiguin capacitats per intervenir d'una manera més activa en els debats i en la presa de decisions sobre les que la societat ha de posicionar-se. Per exemple, l'alumnat ha de ser capaç de opinar sobre innovacions científiques i tecnològiques com: l'explotació de recursos naturals propis, el tractament de residus de forma harmoniosa amb el medi, el model energètic present i futur o la sostenibilitat en general.

Finalitats de l'àrea de ciència i tecnologia

L'àrea de ciència i tecnologia afavoreix el creixement de l'alumnat proporcionant-li els coneixements i eines necessaris per desenvolupar-se com a persones curioses i responsables que puguin pensar críticament i prendre decisions informades sobre si mateixos, el medi ambient i la societat.

Dins d'aquest context, l'àrea contribueix al desenvolupament de la competència científica i tecnològica implicant, de manera interrelacionada, els següents objectius bàsics:

Conèixer i comprendre els elements/components vius, físics, materials i tecnològics de l'entorn

Ja des de ben petits, els infants s'interessen per molts dels fets i fenòmens que succeeixen al seu entorn i construeixen explicacions personals

intuïtives per explicar el món quotidià que els envolta. Partir de l'anàlisi d'aquest tipus de situacions que els motiven serà clau plantejar preguntes rellevants i facilitar l'expressió dels seus punts de vista. Aquest serà el punt de partida per aproximar-se a idees més científiques que suposaran un major nivell d'abstracció. Aquest és un treball ha de plantejar-se coordinat i en espiral al llarg dels diferents cicles.

Sovint, les idees expressades per l'alumnat disten molt de les acceptades per la ciència. Les idees o models explicatius adquirits al marge del procés d'aprenentatge científic escolar serveixen per interpretar fets de la realitat quotidiana o solucionar problemes del dia a dia però no busquen aprofundir en la comprensió científica dels fenòmens.

L'objectiu de l'educació científica no és eliminar aquestes concepcions de l'alumnat i substituir-les per concepcions científiques. El que es pretén és que, a partir d'aquests models inicials expressats, es realitzi un treball coordinat que n'afavoreixi la seva evolució al llarg dels cicles. Així, el procés iteratiu de explicar, posar a prova, revisar i utilitzar models ha de generar una dinàmica que permeti la constant construcció i reconstrucció d'aquestes concepcions fent que aquestes siguin cada cop més sofisticades i fonamentades en els models actuals de les diferents disciplines de l'àrea.

Desenvolupar les capacitats cognitives generals i, sobretot, les específiques del raonament científic i tecnològic

L'educació científica i tecnològica no pot reduir-se a l'aprenentatge de teories, lleis i conceptes definits per la comunitat científica. Aprendre ciència o tecnologia implica apropiat-se d'una forma específica d'interaccionar amb el món que permet interpretar-lo i anar creant un sistema de coneixements consistents.

L'àmplia varietat de problemes d'investigació científica i tecnològica requereixen una gran i diversa varietat d'estratègies d'investigació i formes de procedir. El que caracteritza l'activitat científica no és l'existència d'un mètode únic i universal sinó la relació dialògica que s'estableix entre les dades-evidències i les idees-models alhora de buscar estratègies per donar respostes a les preguntes que s'han plantejat.

Per tant, involucrar l'alumnat en una activitat científica escolar genuïna suposarà promoure la generació de models sobre fenòmens del món natural que els envolta recolzades en l'observació i l'experimentació, l'anàlisi i la inferència, l'aportació argumentada d'evidències, el plantejament i la resolució de problemes i el contrast continu d'explicacions

entre els diferents membres de l'aula o entre aquests i les diferents fonts d'informació.

D'altra banda, el procés tecnològic sintetitza i caracteritza tota l'activitat tecnològica que realitzen els humans per tal de donar resposta a les necessitats i problemes amb que es troba i als reptes que es planteja. Així, iniciar als infants en aquest procés tecnològic implica que s'aproximin a la tecnologia experimentant-la i vivint-la com una descoberta permanent. Per tant, suposa utilitzar el procés tecnològic per reconèixer-lo i reflexionar sobre el procés realitzat i els resultats obtinguts.

Finalment, l'educació científica ha de contribuir al desenvolupament d'aquelles capacitats cognitives bàsiques i comunes a les diverses disciplines escolars que són imprescindibles per a la formació global de l'alumnat. Cal considerar habilitats tals com aprendre a cooperar i a treballar en equip, el desenvolupament del llenguatge (oral, escrit, gràfic...) i les actituds i els hàbits que permetin la comunicació d'idees o les capacitats d'autonomia i d'aprendre a aprendre.

Construir una visió epistemològica de la ciència i la tecnologia més d'acord amb la visió actual

L'activitat científica es basa en la resolució de problemes o enigmes referents a la comprensió del món físic i natural. És de la necessitat d'explicar determinats fenòmens que sorgeixen els productes de la ciència (conceptes, lleis, teories...). Per tant, en el procés de construcció del coneixement científic, els productes i els processos (identificació de problemes, observació, experimentació, formulació d'hipòtesis, realització d'explicacions, etc.) són inseparables.

El coneixement científic no és estàtic. Les teories científiques, canvien al llarg del temps. Canviar una teoria antiga per una de nova implica crear la necessitat de modificar-la,

presentar una alternativa millor, valorar-la i explorar-ne el seu poder explicatiu.

Implicar l'alumnat en processos d'investigació-modelització ha d'ajudar a construir aquesta visió de ciència entesa com a activitat que produeix coneixement sobre el medi i que ens permet intervenir-hi. Ha de facilitar, així mateix, la comprensió de la provisionalitat i naturalesa canviant dels coneixements científics.

Per la seva banda, la tecnologia suposa l'aplicació cultural pràctica i creativa del conjunt de coneixements de què disposa una determinada societat. La tecnologia interacciona i transforma l'entorn adaptant-lo i transformant-lo per satisfer les necessitats i desitjos humans. És, per tant, una activitat inherent a les persones que depèn de la societat, la cultura i/o el moment històric en que s'insereix.

En aquest sentit, iniciar-se en les pràctiques inherents a qualsevol tecnologia ha de servir com a punt de partida per, gradualment, poder comprendre la tecnologia com una realitat plural i complexa amb totes les seves variacions segons el moment històric en què ens situem, l'àmbit tecnològic que considerem i la complexitat de la situació en que s'aplica.

Entendre relacions que hi ha entre la ciència, la tecnologia i la societat

Generar un ensenyament on ciència, tecnologia i societat es mostrin com un constructe en el qual tots els elements es coimpliquen ha de permetre posar l'èmfasi sobre els efectes culturals, ètics i polítics del coneixement científic i la innovació tecnològica. Ha de contribuir, així, a la contextualització dels aprenentatges i a la valoració de la seva funcionalitat i utilitat fora de l'aula.

Posar de relleu la relació entre la ciència, la tecnologia i la societat ha d'ajudar a l'apropiació crítica del coneixement científic i

tecnològic. Ha de contribuir a desenvolupar criteri i habilitats per tal d'utilitzar arguments i evidències per prendre decisions, individuals i col·lectives i actuar davant problemes derivats de la salut, dels recursos alimentaris i energètics, de la sostenibilitat o d'altres relacionats amb la qualitat de vida dels éssers humans.

D'altra banda, l'activitat i el coneixement científic es diferencia del saber quotidià o les creences màgiques i religioses per l'exigència de mecanismes d'avaluació i de correcció interna. Totes les proposicions que es formulen han de ser coherents teòricament, han de poder preveure el funcionament de la realitat i han de ser comprovades empíricament. Així doncs, en l'adquisició de les habilitats argumentatives esmentades, serà necessari posar l'èmfasi en entendre els criteris que usa la ciència a l'hora d'avaluar l'evidència i com fa servir aquestes evidències com a base per construir explicacions.

Despertar curiositat, interès per la ciència, el món natural i la tecnologia.

Els infants posseeixen una curiositat científica innata. Els enfocaments didàctics utilitzats tenen una repercussió directa sobre aquesta. Utilitzar estratègies d'aprenentatge de les ciències i la tecnologia basades en la investigació-modelització-argumentació i el disseny tecnològic a partir de problemes contextualitzats ha de facilitar l'educació i foment d'aquesta curiositat i interès al llarg de tota l'etapa educativa.

Alhora, la ciència i la tecnologia formen part de la cultura de la humanitat. Com totes les formes culturals, generen unes emocions, unes pràctiques, unes regles de raonament, un llenguatge específic i unes actituds i valors. Ensenyar ciència i tecnologia a la primera ensenyança comporta ajudar als infants a apropiarse d'aquesta cultura, a saber utilitzar-

la en la seva activitat i a generar desig de fer-la evolucionar.

En aquesta aproximació a la cultura científica sorgeix la necessitat de posar de manifest la importància de la creativitat, la sensibilitat i l'afectivitat en el terreny de la investigació científica. D'aquesta manera es pretén eliminar tòpics i barreres injustificades en la comparació entre l'activitat científica i altres camps com, per exemple, l'artístic.

Enfocaments didàctics

La ciència és el resultat d'una activitat humana complexa que té com a element central la construcció i progressiva avaluació i revisió de models teòrics en base a l'evidència obtinguda. En base a aquesta idea, la ciència escolar també ha de considerar-se com una activitat que permeti als alumnes fer evolucionar la seva comprensió en relació amb determinats fenòmens de l'entorn. Per fer-ho, serà necessari implicar l'alumnat en processos propis de l'activitat científica creant situacions on, a través del pensar, fer (o experimentar) i comunicar es potencii la construcció dels aprenentatges propis. A l'aula, caldrà potenciar una activitat com la dels científics però diferint d'aquesta en tant que ni les experiències, ni el context, ni el llenguatge, ni els fets, ni els models que conformen la ciència escolar són mai iguals als de la ciència establerta.

Per tant, aprendre ciències serà molt més que aprendre el llegat de conceptes, teories i models que la ciència ha anat desenvolupant al llarg de la història. També serà molt més que aprendre els passos d'un (sovint estereotipat) "mètode científic" universal, o que dominar certes tècniques. De fet, com segurament haurem pogut observar en diverses ocasions, dominar els productes i les metodologies de l'activitat científica (els sàpiguen enumerar, descriure, definir...) és diferent de ser capaç de

Finalment, l'aproximació a les formes de construir coneixement científic i tecnològic han de contribuir al desenvolupament complert i harmònic de l'alumnat. En aquest sentit, l'aprenentatge ha de ser un procés integrat no només per conceptes i procediments sinó també per actituds i valors. És dins la rutina dels processos d'activitat científica i tecnològica on es construiran els conceptes i on s'hauran de materialitzar les actituds i valors.

participar de forma activa i autònoma de l'activitat de creació, validació, consens i comunicació del coneixement científic; es a dir: de pensar científicament.

El punt de partida del procés d'aprenentatge i del treball a l'aula ha de ser, necessàriament, les idees i habilitats de l'alumnat, que caldrà considerar com a recursos cognitius i que caldrà fer avançar de manera gradual cap a estadis en què es puguin considerar més pròximes al saber científic establert per la comunitat científica (que estiguin basades en més i millors evidències, siguin més coherents des d'un punt de vista lògic i tinguin un abast explicatiu més ampli).

Aquest procés iteratiu de (re)construcció de les idees i models mentals de l'alumnat es farà, a més, a través de diferents cicles d'explicitació-avaluació-revisió i ús dels models en base a una relació dialògica imprescindible amb les evidències i els resultats de l'experimentació.

Així, per exemple, existeix un gran nombre d'estudis que exploren la capacitat de raonament infantil sobre els éssers vius. Davant problemes relacionats amb la nutrició de les plantes, per exemple, sabem que els infants acostumen a utilitzar un tipus de raonament analògic en relació amb l'espècie humana. A més, els infants acostumen a considerar que les plantes posseeixen una força o poder vital que

obtenen dels aliments i de l'aigua i que serveix per obtenir vigor, poder estar actiu, evitar caure malalt i créixer.

D'aquesta manera, quan els infants fan afirmacions com “les plantes mengen perquè tenen una boca petita a les arrels”, “les arrels xuclen l'aigua” “l'aigua dona força a les plantes i les fa créixer” no estan apel·lant a causes purament mecàniques (fisiològiques) tal com ho faria el coneixement biològic establert sinó que expressen un model inicial de nutrició de les plantes on utilitzen aquestes formes de raonament personificat i vitalista per interpretar i predir els fenòmens que observen.

En aquest cas concret, i un cop fetes explícites aquestes idees, desenvolupar el pensament biològic de l'alumnat en referència a la nutrició de les plantes suposaria introduir experiències noves que permetessin que l'alumnat pogués ampliar el ventall de fets que coneix respecte el fenomen. Per exemple, observar les arrels de les plantes amb l'ús de lupes o microscopis, realitzar experiències senzilles de capil·laritat i d'osmosi per treballar com és possible el transport de substàncies a través de la planta, fer dissenys experimentals per comprovar quines variables són imprescindibles per a la nutrició de les plantes, realitzar maquetes relacionant l'estructura-funció de les diferents parts de les plantes, etc. ajudarà a establir un conjunt d'evidències que podran ser utilitzades per a la successiva avaluació, revisió i ampliació dels models inicials de l'alumnat. Finalment, permetrà establir un model consensuat més complert i pròxim al saber científic establert per la comunitat científica, que es podrà usar per donar resposta a fenòmens en un nou context.

Per la seva banda, el mètode de treball utilitzat per la tecnologia (a través dels processos d'anàlisi de situacions i objectes; disseny; construcció i avaluació) esdevé, per si mateix, la metodologia didàctica a l'aula. D'aquesta manera s'aconsegueix la integració del saber i el saber fer assolint capacitats competencials a

través d'un procés de construcció del coneixement en interacció amb la realitat.

En aquest escenari de construcció d'aprenentatges científics i tecnològics també serà clau propiciar contextos dialògics i d'argumentació en els quals s'impliqui l'alumnat en el debat, la crítica, la presa de decisions, la capacitat d'escolta i el respecte pel saber propi i els dels altres. Espais que permetin l'exposició de les idees i la seva discussió de manera que se n'afavoreixi la reflexió, la comprensió i el discerniment. D'aquesta manera, es promou la capacitat per justificar en base a les evidències i l'avaluació d'explicacions i punts de vista en base a aquestes.

Argumentar a l'aula voldrà dir, per exemple, establir un debat per discutir qüestions socioambientals, de salut, de justícia social. Per exemple, la reintroducció de l'ós o la necessitat de fer esport. A més, argumentar també voldrà dir oferir espais de debat referents a aspectes metacognitius com, per exemple: com hem de dissenyar un experiment o prendre mesures perquè les dades siguin vàlides? Quins criteris establim a l'hora de valorar si un model és adequat?, etc.

Per tal de despertar l'interès de l'alumnat i que l'aprenentatge prengui sentit en el seu marc de referència, cal plantejar l'educació científica i tecnològica de forma contextualitzada, partint de problemes o esdeveniments reals amb rellevància social que permetin formular preguntes i posar en marxa tant processos d'investigació-modelització com processos tecnològics. La contextualització destaca la importància cultural, social o personal d'un conjunt de continguts. És en aquesta contextualització que els continguts prenen sentit i esdevenen funcionals per tal de resoldre el problema o entendre allò que passa.

Tanmateix, no es tracta de generar un coneixement local, aplicable únicament a la situació concreta estudiada. Per tant, a partir

d'aquesta primera contextualització, caldrà crear situacions didàctiques diverses que promoguin la transferència i l'abstracció dels aprenentatges adquirits.

Finalment, les tecnologies de la informació i comunicació (TIC) s'integraran en el treball d'aula tractant-se de manera transversal. Les

TIC s'utilitzaran com a suport a l'activitat d'aula desenvolupada per la cerca i selecció d'informació, anàlisi i representació de dades, etc. També s'utilitzaran per a l'elaboració de comunicacions i presentacions en suport digital i la creació de documents hipertextuals i multimèdia.

Eixos competencials

Per tal de desenvolupar la competència científica i tecnològica es plantegen quatre eixos competencials: tres de l'àmbit científic (modelització, investigació i argumentació científica) i un referent a l'àmbit tecnològic (anàlisi tecnològica).

D'aquesta manera es tenen en compte, de manera interrelacionada:

- la dimensió d'activitat i de coneixement de la ciència introduint als alumnes a la manera científica de raonar i d'intervenir en la realitat (aprendre a investigar).
- la construcció d'explicacions cada cop més científiques sobre els fenòmens de l'entorn (investigar per comprendre)
- la relació cooperativa entre ciència i tecnologia.

Un model científic és una representació abstracta i simplificada d'un sistema o fenomen que fa explícits i visibles els seus elements centrals i que pot ser usat per generar descripcions, explicacions i prediccions. Un mateix fenomen pot estar representat per diferents models que no es poden considerar bons o dolents sinó adequats o inadequats segons si expliquen o no el fenomen en estudi. A més, els models són temporals ja que poden canviar mostrant el creixement en la comprensió del fenomen observat.

Els científics utilitzen models per il·lustrar, explicar i predir fenòmens. Els models, per tant, poden considerar-se:

- eines de generació de significat per a la construcció de nous coneixements.
- eines de comunicació que permeten transmetre la comprensió de certs fenòmens.

Igual que passa en la ciència, a l'aula els models també esdevenen eines fonamentals per a la coconstrucció de comprensions més significatives de les idees i conceptes.

Així, ajudar als infants a apropiat-se de les formes de construir coneixement de la ciència situa els models i les pràctiques de modelització en l'eix central del procés d'ensenyament-aprenentatge en interdependència amb les pràctiques d'investigació i d'argumentació.

La modelització suposa implicar als alumnes en els processos de:

- Construir models identificant les característiques més destacades del sistema o fenomen en estudi i determinant com aquestes característiques i relacions poden ser representades.
- Usar models per il·lustrar, explicar i/o predir.
- Avaluar models posant-los a prova empíricament, comparant els resultats obtinguts amb el model a avaluar, comparar models en competència.
- Revisar models en base al seu grau d'adequació a les evidències obtingudes.

Per la seva banda la investigació comporta propiciar que l'alumnat apliqui i desenvolupi

processos cognitius de l'activitat científica que condueixin a obtenir, avaluar i revisar dades a partir de les quals es podran establir fets o evidències. Processos com planificar i dur a terme activitats d'observació, dissenyar i realitzar experiments, analitzar dades (ordenant-les, representant-les, identificant-ne patrons, etc.) han de permetre extreure conclusions, que actuaran com a evidències per poder avaluar i revisar els models esmentats.

Per la seva banda, l'argumentació a l'aula genera un procés dialògic on prenen rellevància el debat, la crítica, la presa de decisions, l'escolta i el respecte pel saber propi i el dels altres. Potenciar l'argumentació en l'ensenyament i aprenentatge de les ciències i la tecnologia implica transformar el rol monològic i autoritari del docent en una acció mediatra i promotora d'espais adequats per la investigació i les discussions grupals.

L'argumentació facilita la coconstrucció de comprensions col·lectives significatives en tant que facilita l'explicitació de les representacions internes (models) que tenen els infants sobre els fenòmens estudiats. Afavoreix, així mateix, la capacitat dels estudiants per justificar, de manera comprensible, la relació entre dades i afirmacions. Promou, finalment, la capacitat per proposar criteris que ajudin a avaluar tant les explicacions/models/punts de vista com els processos seguits a l'hora de generar-les.

Finalment, l'anàlisi tecnològica sorgeix quan es planteja una necessitat i s'hi requereixen solucions. Davant d'aquestes necessitats, l'anàlisi tecnològica implica plantejar un projecte -proposar solucions- tenint en compte

les condicions i aplicant el coneixement científic disponible, investigar problemes similars i contrastar idees en base a la seva viabilitat. Suposa, també, construir ginys (objectes, maquetes, plànols...) i realitzar-ne el seu anàlisi i/o l'avaluació.

En definitiva es tracta d'utilitzar l'activitat tecnològica per reconèixer el procés seguit per la tecnologia i poder-hi reflexionar. A través d'aquesta implicació és com l'infant podrà començar a familiaritzar-se amb alguns dels conceptes claus de caràcter transversal comuns als objectes i productes creats des de qualsevol disciplina tecnològica (material, funció, estructura, impacte, qualitat).

Així doncs, cal tenir en compte que el desenvolupament d'aquests eixos va acompanyat, sempre i de manera indissoluble, del desenvolupament d'uns determinats recursos d'aprenentatge. Aquests, engloben tant el conjunt d'idees i continguts disciplinars clau a desenvolupar (la terra: moviment de rotació i translació; la nutrició de les plantes...) com les pràctiques científiques i tecnològiques concretes (observar, classificar, predir, emetre hipòtesi, identificar variables, experimentar, representar en gràfiques, establir evidències, dissenyar...) i les actituds i valors associats.

Aquests recursos d'aprenentatge es coordinen seqüencialment i en espiral traçant un camí educatiu estructurat. Així, es garanteix la continuïtat en l'aprenentatge de manera que les idees dels alumnes progressin gradual i progressivament tant dins d'un mateix cicle com al llarg de tota la primera ensenyança.