L’error com a eina didàctica en l’aprenentatge de la Tecnologia
Treball de fi de màster

Resum (200/400 paraules)

Aquest treball de final de màster tracta sobre l’error com a eina didàctica en l’aprenentatge de la tecnologia. L’objectiu és encoratjar un ús mes profitós a les errades que es cometen per part de l’alumnat, i així treure’n un benefici didàctic.

La idea sorgeix de l’experiència basada en els estudis realitzats a la carrera d’enginyeria elèctrica, on les errades eren constants i van ser emprades per a millorar l’aprenentatge. A les enginyeries es treballa molt la tecnologia, les matemàtiques, la física, la mecànica... Totes aquestes matèries tendeixen a ser treballades en base a l’experimentació o la resolució de problemes. Durant aquestes fases de treball, l’alumne comit errades, les quals informen de la mancança d’algun coneixement prèvia o simplement el que és una errada casual. El propi estudiant utilitza aquestes errades per aclarir conceptes que no han quedat clars els quals han esdevingut errades a l’hora de treballar-los.

Aquest document presenta un estudi de l’error i com pot ser aplicat de manera mes eficient per a l’aprenentatge. Per tal objectiu es fa necessari analitzar-ne els factors, les fases i les activitats. Tot això per a poder ser aplicat principalment a la matèria de tecnologia. A mes, s’aporten exemples d’activitats que treballen amb aquesta eina.

Paraules clau (màxim 10)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Aprenentatge</th>
<th>Error</th>
<th>tecnologia</th>
</tr>
</thead>
</table>

L’especialitat que cursa l’estudiant/a ha de ser una de les paraules clau.
Contingut

1 Abstract .................................................................................................................. 5
2 Introducció ............................................................................................................... 6
3 Recerca .................................................................................................................. 6
4 Error als estudis D’ENGINYERIA ........................................................................... 8
  4.1 Llaç obert ......................................................................................................... 8
  4.2 Llaç tancat ...................................................................................................... 9
5 Factors .................................................................................................................. 10
  5.1 Cultural ......................................................................................................... 10
  5.2 Personal ....................................................................................................... 11
  5.3 Intel·lectual .................................................................................................. 11
  5.4 Anímic ......................................................................................................... 11
  5.5 Experiència ................................................................................................ 11
6 Fases ................................................................................................................... 12
  6.1 Disseny ....................................................................................................... 12
  6.2 Treball ....................................................................................................... 12
  6.3 Avaluació .................................................................................................... 12
  6.4 Acceptació .................................................................................................. 12
  6.5 Correcció ................................................................................................... 13
  6.6 Configuració activitats .................................................................................. 13
    6.6.1 Estàndard ............................................................................................... 13
    6.6.2 Autodidacta ........................................................................................... 14
    6.6.3 Parells .................................................................................................. 14
    6.6.4 Grups ...................................................................................................... 15
7 Activitats ............................................................................................................. 16
  7.1 Preguntes clau .............................................................................................. 16
  7.2 Tipus d’activitats .......................................................................................... 17
    7.2.1 Activitat inicial ....................................................................................... 17
    7.2.2 Activitat de treball individual ................................................................ 17
    7.2.3 Activitat de grup .................................................................................... 17
  7.3 Disseny d’activitats .......................................................................................... 17
  7.4 Avaluació d’activitats ..................................................................................... 18
8 Resultats de L’activitat implementada ................................................................... 19
  8.1 Activitat 01 .................................................................................................... 19
  8.2 Activitat 02 .................................................................................................... 19
  8.3 Activitat 03b1 i Activitat 03b1r ....................................................................... 20
9 Conclusions ......................................................................................................... 22
10 Bibliografia ......................................................................................................... 23
Il·lustracions

Il·lustració 1: Sistema de control de llàt obert ........................................................................... 8
Il·lustració 2: Sistema de control de llàt obert ........................................................................... 9
Il·lustració 3: Factors que influeixen en l'error ........................................................................... 10
Il·lustració 4: Configuració Estàndard ......................................................................................... 13
Il·lustració 5: Configuració autodidacta ...................................................................................... 14
Il·lustració 6: Configuració activitat parelles ............................................................................. 15
Il·lustració 7: Configuració activitat per grups ............................................................................. 15
Il·lustració 8: Esquema pregunes clau ....................................................................................... 16
Il·lustració 9: Exemple d'errada de conversió .......................................................................... 20
1 ABSTRACT

As a electricity student since the completion of secondary compulsory education in school, my dominant learning style has been the trial and error. Until the last years of career I did not realized the great importance that the error has had during my learning process. Because of this, the objective of this document is to do a study about the error and how to take advantage in teaching technology. This document is intended to be easy to read for a possible application, the most direct possible for the reader.

Keywords: Learning, Error, Technology.
2 INTRODUCCIÓ

Una persona adulta, en aquest cas el professor o docent, té l'experiència dels anys cosa que generalment l'alumnat no disposa. Aquesta experiència t'ensenyà que no equivocar-se és complicat, però el més important és ser capaç d'aprendre de les errades i poder corregir-les o evitar-les un cop coneegudes. Doncs, perquè no aplicar el que s'apré en els anys com a estratègia educativa? Aquesta és la pregunta que sorgeix per la creació d'aquest document, a la qual es proposen idees per aplicar-se a l'ensenyament de la tecnologia a les aules.

Tradicionalment l'estudiant ha estat sotmès a les coneegudes avaluacions on s'anàlitzen les errades i encerts comoses en un tema específic que és objecte d'avaluació. Els resultats d'aquestes avaluacions tendeixen a ser emprats per acreditar la superació de la matèria o el curs. Aquest fet ha comportat que l'estudiant es trobi en constant lluita per a l'aprovat, independentment de l'aprenentatge assolit. Des de fa anys s'està treballant diferents sistemes d'avaluació més nous i actuals, els quals persegueixen la complicada feina d'acreditar coneixements adquirits durant el curs.

En aquest document s'anàlitza com pot ser aprofitat l'error com eina d'aprenentatge a la tecnologia i com a tal és pot aplicar a altres assignatures amb els ajustos pertinents, tot i que ja existeixen casos com per exemple en la llengua anglesa (Adelina Leal & Sánchez Rodríguez, 2009). L'objectiu final és plantejar una visió diferent de l'errada, per poder ser aprofitada com a eina positiiva del procés d'aprenentatge. D'aquesta manera, tant estudiant com professor es poden replantejar el tractament de l'error a les aules i algunes activitats per millorar els processos d'aprenentatge.

3 RECERCA

Per a poder tractar correctament l'aprenentatge a través de l'error, és imprescindible recordar la teoria d'aprenentatge del connexionisme. Aquesta, creada per Thorndike, tracta la connexion entre els estímulos o esdeveniments i respostes que es manifesten en la conducta (Schunk, 2012). D'aquesta manera, l'estudiant aprèn de manera interactiva i per tant adquireix els coneixements més ràpidament que no mitjançant l'explicació teòrica. Thorndike a la seva obra «Psicología educativa» (Thorndike, 1903), evidencia la creença de què «l'aprenentatge sol ocorrer per assai i error (seleccioant i connectant)» (Schunk, 2012). Així ho acredita el conegut experiment d'aquest autor del gat i la gàbia, on aquest, per a sortir de la gàbia inicialment necessita dedicar-hi més temps, però a mesura que el gat repeteix la prova, aquest aprèn la manera de sortir de la gàbia i per tant ho fa en menys temps que inicialment.

Els models constructivistes, presenten els errors com a «síntomes interessants dels obstacles amb els quals s'enfronta el pensament dels alumnes» (Astolfi, 2004), i per tant s'han d'aproveitar per extreure informació positiwa en referència a l'alumnat i professorat. D'acord amb aquesta informació, el professor serà capaç de determinar-ne les accions necessàries a realitzar per a millorar l'aprenentatge. No hem d'oblidar que l'alumne també ha de ser particip de aquesta avaluació.

Diferents autors han aportat teories que reforcen l'importància de l'error com a instrument de verificació del coneixement. Com ara el falsacionisme (K. Popper, 1935), el qual es basa a refutar una teoria i en cas de no ser possible, aquesta quedarà corroborada, per tant queda verificada.

L'error és imprescindible durant tot procés d'aprenentatge i no oblidar mai que «l'error no és un fi, no pot ser-ho, sinó l'estratègia» (Torre, 2004). De les primeres accions necessàries a l'aula, és canviar la visió que es té enfront de l'error, cap a una visió més positiwa, ja que «l'error és el punt de partida per aprendre» (Puig, 2007). D'aquesta manera assolirem més ràpidament l'objectiu principal de l'aprenentatge que és detectar les carències educatives de l'alumnat. De
manera que aplicant les mesures correctores adients, serà possible corregir el coneixement de l'alumne. Arribat al cas, serà el mateix alumne qui requereixi la correcció del seu propi error.

Tradicionalment l'error ha estat corregit en vermell, la qual cosa ha esdevingut el «síndrome del bolígraf vermell» (Astolfi, 2004). D'aquest han sorgit moviments com el del bolígraf verd (Cantó, 2015) que persegueixen el canvi de paradigma a l'educació, deixant de banda les errades. El que es planteja en aquest cas és semblant, ja que el que s'intenta és posibilitar les errades per perdre la por a aquestes.

Si es consulta la paraula «error» a la base de dades ERIC dels Estats units (Education Resources Information Center, 2015), s'obté prop de 20.000 resultats, en definitiva l'error és important en l'educació.

Sabem realment a què ens referim al parlar d'error. És important abans d'aprofundir sobre l'error definir-ho correctament. A continuació s'exposa la definició de l'error:

**DIEC2: Diccionari de la Llengua Catalana Segona edició**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Núm.</th>
<th>Definició</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>2</td>
<td>m. o f. [LC] Concepte, opinió, doctrina, que no està conforme a la veritat. Error de judici, de concepte, de llengua. Els errors dels sectoris. Una teoria enteccada d'errors. Els errors de la joventut.</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>m. o f. [MT] Diferència entre un valor estimat d'una quantitat o d'una expressió matemàtica i el seu valor exacte.</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>[MT] Error absolut Valor de l'error comès en mesurar una magnitud.</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>[MT] Error de paral·laxi Error de lectura d'una mesura que es comet quan la línia imaginària que va des de l’ull a l’índex o indicador no és perpendicular al pla de l’escala.</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>[MT] Error relatiu Quocient que resulta de dividir l’error absolut pel valor de la magnitud mesurada, expressat en tant per cent.</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>m. o f. [LC] Coneixement defectuos de la realitat.</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>[DR] Error de fet Error en què la ignorància o el coneixement inexacte afecta una norma jurídica.</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>[DR] Error de dret Error en què la ignorància o el coneixement inexacte afecta un fet, una cosa o una persona que no és una norma jurídica.</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>[AQ] Error gràfic Marge d’error amb què s’indica en un pla topogràfic la situació d’un punt del terreny representat.</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>[DR] Error invencible Error no imputable a descuit o negligència.</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>[DR] Error vencible Error imputable a descuit o negligència.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Les definicions coincideixen que l'error és una equivocació i per tant una diferència de la realitat. Pel que fa a l'àmbit matemàtic, el qual inclou les enginyeries, l'error és tractat com una diferència entre el valor real i el mesurat. Per tant aquest error adquireix una importància vital en aquests àmbits i és tractat amb especial atenció per la seva importància, ja que la mida d'aquest ens indica com de vàlida és una solució.

Definit el significat de l'error arriba el punt de ser estudiat per a obtenir els resultats desitjats. En els capítols següents es plantejaran els factors, les fases, i possibles activitats per a aprofitar l'error en l'àmbit educatiu.
4 ERROR ALS ESTUDIS D’ENGINYERIA

A l’enginyeria l’error és una informació determinant per a poder obtenir un resultat més proper a la realitat. Aquesta ciència treballa constantment a disminuir l’error i per tant es pot trobar multitud de documentació en referència a l’error. Realitzant la cerca de la paraula «error» a la base de dades Scopus (Elsevier Scopus, 2016), obtenim un total de quasi 1,5 milions de resultats. Això ens indica que l’enginyeria ha tractat més el tema de l’error i per tant es disposa de major quantitat de documentació al respecte. El fet d’estar tan documentat l’error a l’enginyeria, fa que el plantejament d’aquest es fonamenta en les bases del control automatitzat a l’enginyeria, el qual tracta el tema de l’error en profunditat. Per tant, amb els coneixements obtinguts durant els estudis d’enginyeria en referència al control de l’error, es realitza una aplicació d’alguns d’aquets en el món educatiu, realitzat les adaptacions adients.

Pel que fa al control automatitzat de l’enginyeria, existeixen diferents algoritmes i fórmules per la regulació molt mes acurada del sistema, generalment orientades a disminuir l’error. Aquestes no poden ser aplicades en el procés d’aprenentatge degut que requereixen la capacitat de poder definir el procés a controlar mitjançant les matemàtiques. Tot i això, s’analitzaran els avantatges i inconvenients dels diferents sistemes de control.

A continuació es plantejen els dos tipus teòrics de sistemes de control en l’automatització per a fer-ne un simil amb l’educació, aquests són presentats de manera molt simple i resumida per obtenir-ne una visió genèrica del seu funcionament.

4.1 Llacr obert

El sistema de llacr obert és el més simple, consta bàsicament d’entrada (el que es desitja obtenir), el sistema de control (la manera/s d’obtenir-ho) i la sortida d’aquest conjunt (el que realment s’obté). Com indica Ebel “el sistema de control no pot reaccionar a possibles interferències de les variables.” (F. Ebel, 2008), per tant aquest serà menys flexible a canvis.

El funcionament és simple. El sistema de control ajusta la sortida (y) en funció del valor que disposa a l’entrada (x). En el cas ideal, si aquest sistema ha de complir la funció y=x+2, la sortida serà sempre 2 valors superiors a l’entrada. Però en el cas d’existència d’algum error en alguna de les parts, la sortida no adoptarà aquest valor desitjat a causa de la mancança de control d’errades.

Il·lustració 1: Sistema de control de llacr obert.

Aquest sistema de llacr obert aplicat al procés d’aprenentatge, significa que qualsevol variació pot descontrolar-ho i l’estudiant obtenir-ne uns resultats insatisfactoris que perjudiquin l’aprenentatge de l’estudiant. Això es degut a que es realitza un disseny inicial d’aquest procés i posteriorment no es ajustat en funció dels resultats. L’avantatge d’aquest és la seva simplicitat i per tant ràpida aplicació, que en certs casos pot obtenir resultats satisfactoris, sempre que aquests siguin molt invariables. Això fa que aquest no serveixi per obtenir els millors resultats en qualsevol dels casos.

Un sistema de llacr obert aplicat a l’educació, es correspon a facilitar eines d’aprenentatge a l’alumnat esperant que aquest assoleixi els coneixements corresponents. Aquest sistema no realitza cap tipus de control sobre els resultats i per tant es desconeixen els resultats. Aquest sistema es caracteritza per ser de molt simple aplicació, però amb resultats que probablement
no responen als requisits inicials. Això comporta que no es poden garantir els resultats d’aprenentatge de l’estudiant, sinó la seva assistència l’aula.

Com a exemple plantejem l’aprenentatge de la llei d’ohm en els circuits elèctrics com a coneixement per assolir. Aplicant aquest sistema, es plantege diferents exercicis juntament amb una teoria que s’obreixen a l’estudiant, i aquest haurà de treballar-los per a poder assolir els coneixements. Com que aquest sistema no inclou cap tipus de realimentació, aquesta és tota la feina que es realitza.

4.2 Llaç tancat

El sistema que es tracta ara, el de llaç tancat, és mes complex que el de llaç obert degut a que incorpora un nou element, el sensor. Aquest fa la funció de realimentació de la sortida que es comparada constantment amb el que s’ha requerit a l’entrada, de manera que “pot reaccionar a interferències de les variables” (F. Ebel, 2008). Aquest tipus de control és el que es proposa en aquest treball, el qual suposa l’afegit del control dels resultats i un treball constant sobre aquests.

El funcionament difereix del llaç tancat. En aquest cas s’afegeix una realimentació a l’entrada obtenint una diferència entre el valor desitjat (entrada) i el real (sortida) que correspon a l’error del sistema. Aplicant la mateixa operació del cas anterior (y=2+x). Per a tot valor de x de l’entrada, el sistema de control obtindrà un valor d’error per a corregir. Els resultats d’aquest sistema tendeixen a ser més propers als desitjats, pel fet que existeix una correcció de l’error.

Il·lustració 2: Sistema de control de llaç obert.

En el cas educatiu correspon a oferir les eines d’aprenentatge i avaluar-ne els resultats per a obtenir-ne informació de l’evolució amb l’objectiu d’aplicar millores al sistema per a disminuir les mancances de coneixement. En aquest darrer tipus de control de llaç tancat, existeixen diversos tractaments de l’error. L’error és un element indispensable per a modificar el sistema de control (eines d’aprenentatge) per a la millora dels resultats. Per tant l’error no és percebut de manera negativa sinó com a una informació vital per millors resultats. És important destacar que el treball sobre l’error és constant per poder arribar a un error tan petit com per ser descartat.

Aplicant-ho al mateix exemple anterior (llei d’ohm), es plantegen de nou exercicis juntament amb teoria als estudiants. Aquests realitzen els exercicis que són corregits i d’acord amb la correcció es localitzen i analitzen les errades corresponents per a detectar l’origen dels errors i posar-hi solució. Per tant amb aquest sistema, en cas de sorgir un error, aquest és aprofitat per a la correcció dels coneixements per a poder arribar a l’aprenentatge més precis.
5 FACTORS

Per a poder treballar l'error com a font d'aprenentatge de la tecnologia és important, desitjar-ho i/o voler fer-ho. Per moltes eines que com a docent s'incorporen a la docència, la decisió final sobre l'aprenentatge basat en l'error serà en tot cas del mateix alumnat. Per tant, és important avaluar-ne quins factors tendeixen a desviar-ne l'atenció.

Il·lustració 3: Factors que influeixen en l'error

5.1 Cultural

La societat actual té associat culturalment que l'error no és bo i ha de ser evitat. L'error pot ser evitable en certes ocasions, però tot i això és important ser conscients des de ben petits que els errors apareixeran i hem d'estar preparats per a detectar-lo i posar-hi algun tipus de solució.

Mitjançant aquest document es pretén aprofitar l'equivocació de manera positiva, no es pretén en cap cas donar importància a equivocar-se sinó aprofitar-ho com a una nova eina en la tecnologia. Però abans d'aprofundir el tractament d'aquest, és important transmetre el canvi de paradigma al nostre alumnat per a poder treballar millor sobre aquest estil d'aprenentatge.

Per a tal cosa és donen unes pautes a seguir per part del docent:

- Informar-los de la nova "cultura" d'aprenentatge.
- Realitzar activitat on l'alumne vegi que equivocar-se no és dolent si se'n pot extreure un benefici.
- Oferir-los l'oportunitat de corregir les errades amb arguments i demostració de que s'ha après sobre aquesta.
- Com a docent, cal tenir en compte que en aquest cas l' alumnat treballarà més del compte i per tant no ha d'esdevenir un augment de treball, així que cal ajustar les activitats.
5.2 Personal

Cada alumne a l’aula té una personalitat pròpia que el defineix. Aquesta personalitat serà un factor positiu o negatiu a ser analitzat pel docent i ser emprat per a l’aprenentatge del mateix alumne. Existeix una coneguda fòbia, la Antiquifòbia, que és la por a equivocar-se (Bourne, 2005). Partint de la idea que, tota persona per naturalesa té la tendència a no desitjar equivocar-se, arribant fins i tot al punt en què no accepta l’errada per diversos motius com poden ser: orgull, desconeixement, ignorància... Per tant, en funció de la persona, pot requerir més dedicació o menys per a la detecció de l’error. El que és important per a superar aquest factor, és el fet de transmetre la idea que equivocar-se no té per què ser dolent, al contrari, pot esdevenir una millora de l’aprenentatge del mateix alumne tal i com s’ha recomanat al punt anterior (veure 5.1 Cultural).

5.3 Intel·lectual

El coneixement sobre què s’està fent, és la base per a poder detectar l’error. El no disposar dels coneixements necessaris, dificulta el treball en aquest de manera individual i per tant s’haurà de recórrer a tercers. En aquest cas és de vital importància la feina del docent, que haurà d’ofrir els coneixements o les fonts on obtenir-ho perquè l’alumne corregixi l’error i el mateix coneixement.

Com és de suposar, l’alumne que comet una errada en un tema nou per a ell, aquest no disposa dels coneixements suficients per a corregir-ho i possiblement per a detectar l’errada comença. En aquest cas l’alumne ha d’avaluar-se a ell mateix amb l’ajuda de solucionari o d’una persona amb els coneixements adients.

5.4 Anímic

Perquè l’alumne treballi l’error, és necessari un estat anímic adient a la situació. Si l’alumne es troba despistat, independentment de l’origen (problemes, sorolls, companys...), aquest haurà de canviar d’estat anímic per a treballar millor o crear interès per a poder superar els obstacles. De manera que si l’alumne no veu necessari la millora de les seves errades, aquest desisteix de treballar-hi.

5.5 Experiència

Els coneixements teòrics són de vital importància, però on son posats a prova és en les experiències personals. Aquestes tenen una relació directe amb l’aprenentatge, ja que posen a prova els coneixements de manera pràctica i quan són assolits esdevenen un aprenentatge assegurat. Per exemple, una persona qualsevol, quan comença una tasca nova (exercici, experiència laboral, deport...) té una carència de pràctica Aquesta persona amb el pas del temps adquireix una experiència que l’ajuda a resoldre de manera més eficient i ràpida els problemes que sorgeixen, i a més a més, adquireix la capacitat d’evitar-los. Pel cas de l’educació passa el mateix, quan es treballa un nou concepte es tendeix a realitzar més errades que no quan ja s’hi ha treballat i per tant es té una experiència prèvia.
6  FASES

El tractament de l’error serà definit a continuació per diverses fases. Aquestes s’han d’identificar correctament i en cada cas aplicar les mesures adients, en funció de l’alumnat, que es correspon amb l’atenció a la diversitat de les aules.

Algunes d’aquestes fases poden no ser aplicades a tota activitat degut a diversos factors externs. Una manera d’assegurar treballar totes les fases és fer que aquestes formin part de l’activitat. Es proposaran diferents configuracions de les activitats per a treballar totes les fases. Això no sempre suposa més treball pel docent, ja que si es treballa correctament, pot suposar la reducció de feina per part d’aquest a canvi d’uns resultats d’aprenentatge més eficients.

6.1 Disseny

Aquesta fase és una de les més importants, ja que de no realitzar-se mínimament correcte, la resta de fases perdran tot el sentit. En aquesta fase es dissenyen les activitats d’aprenentatge amb uns objectius clars als quals hauran de donar resposta, i el que és més important, com es treballaran aquests per a ser assolits. Generalment aquesta part serà creada per part del docent, o compartida amb l’alumnat. Posteriorment s’expliquen diferents dissenys d’activitats (veure 7 Activitats), a mes a mes s’aporten exemples reals aplicats a un centre (veure 8 Resultats de L’activitat implementada).

6.2 Treball

Aquesta fase consisteix a treballar el tema corresponent mitjançant diverses activitats que han estat dissenyades anteriorment. Aquestes són dissenyades de manera que es tracta la part teòrica en diferents nivells de dificultat. El treball serà dut a terme pel mateix alumnat i es posa a prova el coneixement sobre el tema objecte d’aprenentatge. L’objectiu d’aquesta fase és disposar de les possibilitats d’error per a poder treballar sobre aquestes, tot i que en cas de no equivocar-se no serà problema, ja que es considerarà que es disposa de prou coneixement del tema.

És important que aquestes activitats, comportin diferents nivells del tema que es treballa i poder ser avaluades de manera independent, perquè l’alumnat tingui consciència de l’error durant el transcurs d’aquestes. Finalment l’alumne podrà arribar a les activitats de més alt nivell amb uns coneixements correctament assolits.

6.3 Avaluació

La següent fase és la d’avaluar les respostes per a determinar si existeix algun tipus d’error en elles. L’avaluació ha de ser sincera i estricta sense deixar possibilitat de passar per alt algun tipus d’error. L’alumne ha de ser conscient que no és una avaluació per a castigar els que no han adquirit els coneixements, sinó que aquesta fase pretén detectar les mancances de l’aprenentatge per a poder ser treballades.

El correcte desenvolupament d’aquesta part anirà en funció del disseny de les activitats, que com s’ha comentat anteriorment, és de les parts més importants per a obtenir uns bons resultats.

6.4 Acceptació

Tota persona per naturalesa té la tendència a no desitjar equivocar-se, arribant fins i tot al punt en què no accepta l’errada per diversos motius com poden ser: orgull, desconegutament, ignorància... Tot i la naturalesa de la persona, és important recordar que «rectificar és de savis» i per tant, acceptar l’errada és fonamental per l’aprenentatge. Si l’alumne considera que equivocar-se no és productiu, és més probable que aquest no accepti el seu error.
6.5 Correcció

Un cop l'alumne sap que s'ha equivocat i on ho ha fet, arriba el moment de corregir l'errada, i el més important no és respondre correctament, ja que l'objectiu no ha de ser l'aprovat sinó l'aprenentatge, que el docent haurà d'avaluar-ne l'assoliment mitjançant una qualificació. Per tant la importància de l'error resideix en la possibilitat de rectificar el que s'ha après malament i d'aquesta manera disposar d'uns coneixements correctes sobre el tema.

L'errada pot ser més o menys llarga en funció del tipus d'error comés. Per exemple durant la resolució d'exercicis matemàtics, una pertita errada amb el signe esdevé una errada de resultat. Per altra banda una errada en la lectura de l'enunciat pot comportar a realitzar malament tot l'exercici per falta d'atenció en aquest.

6.6 Configuració activitats

Les activitats poden ser dissenyades de diferents maneres, en funció dels membres que hi participen. A continuació es plantejen diferents propostes de treballar-hi. S'ha de tenir en compte que tot i que el docent no està en totes les fases, aquest pot decidir intervenir en cas necessari o ser consultat pel propi alumnat. Pot arribar al punt en que l’activitat funcioni de manera autònoma amb l’alumnat, tot i això el docent és el guia de tota activitat.

6.6.1 Estàndard

Aquesta primera configuració és la més típica, en la qual el docent dissenya les activitats i les avaluia.

Il·lustració 4: Configuració Estàndard

En aquesta configuració és important la implicació de l'alumnat, ja que aquest ha de treballar sobre les activitats dissenyades pel docent i no conformar-se amb l’avaluació sinó que a l'haver estat avaluat acceptar els errors comços i treballar sobre aquests per a corregir les errades i aprendre sobre aquestes.
Perquè l'alumne treballi totes les parts l'hem de motivar per fer-ho. Una manera d'assegurar-se de què l'alumne treballa totes les parts que l'hi pertoquen és que la qualificació no es basi en l'avaluació sinó que també doni un pes important a la correcció de les errades.

6.6.2 Autodidacta

En aquesta segona proposta de configuració d'activitats, el docent tan sols dissenya les activitats i la resta és treball realitzat per part de l'alumnat, on ell mateix treballa, s'avalua, accepta i corregeix les errades.

[A diagram illustrating the Autodidacta configuration is shown.]

Amb aquesta configuració s'ha de dissenyar tot de manera molt més clara perquè el mateix alumne comprengui com fer anar cada una de les parts i avançar de manera autònoma complint els objectius dissenyats prèviament.

6.6.3 Parelles.

La tercera proposta apareix un 3r participant que és un altre alumne. De manera que la configuració és molt semblant a la segona, però en aquest cas hi ha dos alumnes, un que treballa i accepta les errades, i l'altre que avalu a i realitza la correcció.

En aquest cas s'ha de tenir en compte que l'avaluador seguirà al peu de la lletra les pautes. L'alumnat quan realitza la funció d'avaluador tendeix a ser més crític que el propi docent segons l'experiència pròpia i d'altres docents amb qui s'ha consultat. Per tant s'han de dissenyar unes pautes més apropiades per a avaluar el nivell corresponent.
6.6.4 Grups

Un exemple més és el d’involucrar tota l’aula en el procés, de manera que tots realitzen totes les fases descrites anteriorment. En aquest cas les combinacions s’amplien molt degut a la gran possibilitat de configuració. Un exemple és el següent:

Aquest exemple és vist des de l’anàlisi del treball fet per un alumne, que aquest és avaluat per un segon alumne de l’aula. Posteriorment el que ha treballat ha d’acceptar les errades i un 3er alumne realitza la correcció.

D’aquesta manera l’alumne té la motivació de ser partícip en tot el procés d’aprenentatge, a més a més de mantenir una comunicació constant dintre el grup on poder intercanviar opinions idees i en cas de dubte recórrer al docent.
7 ACTIVITATS

Per prendre l'error com a font d'aprenentatge a l'aula de tecnologia s'han realitzat diferents activitats per observar-ne els millors resultats de cada una d'aquestes. Durant totes les activitats esdevé una gran importància transmetre el missatge que l'error és l'oportunitat de correcció del coneixement. De manera que en cas d'equivocar-se, esdevingui un assoliment més profund del coneixement.

7.1 Preguntes clau

La base de l'aprenentatge de l'error, recau sobre la reflexió que realitza l'alumnat sobre les errades comeses. De manera amb les errades és capaç de detectar una errada d'aprenentatge per poder ser rectificada. D'aquesta manera, l'alumne pren consciència de on s'ha equivocat, el perquè i el que és mes important, que aquesta errada ha aportat una millora de l'aprenentatge.

El punt comú de totes les activitats plantejades, és ser capaç de respondre les següents preguntes clau amb el corresponent esquema:

- **Què està malament?** La resposta a aquesta pregunta ha de **identificar l'errada**, mitjançant la comparació amb una resposta correcta o mitjançant una base teòrica (següent pregunta). Per exemple pot ser una diferència entre el resultat numèric (comparació de la resposta correcta). O per altra banda una definició diferent a la teòrica.

- **Quin és l'origen d'aquesta errada?** Responent aquesta pregunta es té que **identificar l'origen** de l'errada i el tipus d'errada: fortuita, base teòrica o procediment. Per exemple, un resultat erroni on l'origen és una operació matemàtica incorrecte que en aquest cas és fortuit. O per altra banda una definició diferent a la correcte que és deguda errada teòrica.

- **Perquè és incorrecte?** Aquí es té que identificar el **motiu de l'errada** en base al tipus d'errada. Seguint l'exemple anterior, l'errada matemàtica al ser fortuita es tracta de un resultat erroni. Pel que fa a la definició diferent és problema d'aprenentatge, ja que aquest ha sigut incorrecte i ha de ser identificat i corregit per l'alumn.

- **Quina és la resposta adient?** Aquesta resposta serà la combinació de les anteriors. L'alumne haurà d'escollir la **nova resposta**, i alhora acabar de donar motius a la pregunta anterior en base a la resposta correcte seleccionada.
7.2 Tipus d’activitats

Existeixen diferents tipus d’activitats que seran explicades a continuació per poder ser adaptades a la metodologia tractada.

7.2.1 Activitat inicial

L’activitat inicial consisteix a presentar tot el contingut de la temàtica a tractar, per a poder detectar els coneixements previs de la temàtica on es requereix més treball.

Per a un correcte desenvolupament d’aquesta activitat es requereix la llibertat d’equivocació dels estudiants, la possibilitat d’expressar el desconeixement i la necessitat de respondre a totes les qüestions plantegades. Per assolir correctament els requeriments citats anteriorment es recomana advertir (en l’activitat pròpia i durant aquesta) de la importància de respondre què coneixen o desconeixen donant opcio a expressar-ne el desconeixement en la resposta, que el fet que aquesta resulti encertada en cap cas serà consideració per a l’avaluació del tema i finalment, per assegurar-ne les màximes respostes recompensar l’alumnat pel nombre de respostes donades.

D’aquesta activitat s’espera que existeixin unes mancances educatives en certes parts de la matèria que seran tractades mitjançant altres activitats. Aquestes mancances educatives queden evidenciades per les errades comeses pel col·lectiu o l’alumne. En funció de si es una errada del grup complet, petits grups d’alumnes o algun alumne en específic, es proposen unes activitats que inclou la part de la matèria que presenta la mancança i el destinatari que ho requereix.

L’objectiu final d’aquesta activitat inicial es anar treballant cada una de les mancances realitzant-ne la correcció d’aquesta amb aportacions que donin resposta a les preguntes clau (veure 7.1 Preguntes clau).

7.2.2 Activitat de treball individual

Aquesta activitat requereix una gran implicació per part de l’alumne, ja que aquest és el que realitza tot el treball. Per a la consecució d’aquesta activitat és requisit el treball individual sobre aquesta. De manera que cada alumne hagi de realitzar-la de manera individual sense opció alguna de cópia de resultats dels companys. Un cop realitzada l’activitat, el propi estudiant, n’avalua els resultats i analitza les errades comeses mitjançant les preguntes clau (veure 7.1 Preguntes clau).

7.2.3 Activitat de grup

Mitjançant l’activitat de grup, es pretén compartir el coneixement entre els estudiants i per afegit, donar importància al fet de treballar en grups de manera cooperativa, ja que si un s’està equivocant i no ho veu, existeix un company que revisa l’activitat des d’una altra perspectiva i per tant realitza la funció d’avaluador o revisor de l’activitat del company amb l’únic objectiu d’obtenir uns resultats satisfactoris.

Aquesta activitat pot ser realitzada en grups petits, tota l’aula o fins i tot amb entre aules. Cal identificar correctament els rols existents, i que tots prenguin part d’aquest.

7.3 Disseny d’activitats
La creació d'activitats amb l'objectiu d'aprofitament de l'error com a eina d'aprenentatge, és la base d'aquest document i el que es tracta en aquest apartat.

Un cop han estat definits en apartats anteriors els diferents factors, les diverses fases i els tipus d'activitats possibles, s'ha de dissenyar un esquema genèric pel disseny d'activitats per a tal finalitat.

### 7.4 Avaluació d'activitats

Aquestes activitats que han estat creades anteriorment, seran avaluades d'acord amb l'objectiu establert «d'aprofitament de l'error com a eina d'aprenentatge». Per tant és important mantenir unes pautes:

- L'errada serà avaluada negativament si no s'acompanya amb una correcció adient.
- S'ha de fomentar l'autoavaluació per part del mateix alumnat.
- L'avaluació ha de motivar a l'alumne a posar en pràctica d'una manera guiada les fases de l'error. Com a idea es proposa el fet d'avaluar positivament la correcció d'errades.
- La correcció entre iguals de manera justificada, comportarà un increment en la nota.
8 RESULTATS DE L’ACTIVITAT IMPLEMENTADA

Aprofitant la realització de les pràctiques de màster a un institut de secundària s’ha posat en pràctica l’aprenentatge basat en l’error durant la Unitat Didàctica d’ electrònica digital. A continuació s’expliquen el disseny de les activitats i els resultats obtinguts en les diferents fases.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Activitat</th>
<th>Nom fitxer</th>
<th>Observacions</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Activitat 01</td>
<td>Annex_1.pdf</td>
<td>Activitat inicial per avaluar els coneixements previs de la unitat didàctica.</td>
</tr>
<tr>
<td>Activitat 02</td>
<td>Annex_2.pdf</td>
<td>Activitat de sistemes de numeració.</td>
</tr>
<tr>
<td>Activitat 03</td>
<td>Annex_3.pdf</td>
<td>Activitat de circuits lògics.</td>
</tr>
<tr>
<td>Activitat 03b1</td>
<td>Annex_4.pdf</td>
<td>Activitat de circuits lògics, taules de veritat i problemes.</td>
</tr>
<tr>
<td>Activitat 03b1r</td>
<td>Annex_5.pdf</td>
<td>Full de respostes i segona part de l’activitat 3b1.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

8.1 Activitat 01

Aquesta activitat va ser dissenyada per a obtenir informació sobre els coneixements previs dels alumnes de l’aula tal com s’ha indicat al 7.2.1 Activitat inicial. Formada per 10 qüestions, l’activitat tracta els coneixements previs amb 7 qüestions i altres 3 d’àmbit genèric per coneixement de l’alumnat.

Totes les preguntes estan dissenyades de tal manera que la resposta correcte és una d’elles i per tant la resta no són correctes al 100%. L’objectiu és detectar qualsevol concepte que no és del tot correcte per a poder ser explicat en més profunditat durant les sessions, i donar-hi importància al correcte assoliment del coneixement, mitjançant altres activitats. Aquest qüestionari inicial contempla la possibilitat de no conèixer la resposta, i com a tal dona opció a respondre “No ho sé”. És important transmetre que per aquesta primera activitat no hi ha qualificació negativa sempre que es responguin totes les preguntes.

Resultats
Els resultats d’aquesta activitat són una guia pel desenvolupament de les següents sessions. Com a curiositat, una petita part de l’alumnat no va obtenir la major puntuació pel simple fet de no respondre totes les preguntes, i se’ls va avisar per a futures activitats.

8.2 Activitat 02

En aquesta activitat es treballen els conceptes explicats a l’aula sobre “Sistemes de numeració”. Està formada per 3 activitats sobre el tema treballant tal com indica l’apartat 7.2.2 Activitat de treball individual. Es porta als alumnes com a activitat en la que resoldre l’activitat val el mateix o menys que resoldre les errades comeses a les activitats. Per tant es vol potenciar la correcció de les errades. Com a docent s’anota el nombre d’errades comeses per cada activitat sense ser identificada l’errada. Això provoca que l’alumne sigui conscient de que ha comès una errada i de la necessitat de ser localitzada per obtenir una major qualificació. A mes es requereix que no es basi únicament en la correcció d’aquestes errades sinó en identificar-ne l’origen teòric i explicar tant el perquè no és correcte i perquè la nova resposta. Aquesta activitat va suposar una correcció simple, ja que es van dissenyar fitxers de càlcul on posar-hi les respostes de l’alumne i de manera quasi automàtica, indica el nombre d’errades comeses. Per tant es retorna l’exercici a l’alumne i aquest treballa sobre les errades.
Resultats
Com a resultats d’aquesta activitat, la major part dels alumnes van poder treballar les errades de concepte en el tractament de les conversions de binari a decimal i a ASCII. Hi ha alumnes que realitzaven els passos de manera correcta però a la inversa del que s’havia explicat (veure Il·lustració 9: Exemple d’errada de conversió). Per tant, les errades eren abundants però en cap moment els hi eren identificades pel docent, sinó que ho descobriren a base de treballar. En certs casos, va ser necessari indicar-ne sistemes de comprovació de l’exercici per a poder-hi localitzar l’errada.

Il·lustració 9: Exemple d’errada de conversió.

8.3 Activitat 03b1 i Activitat 03b1r
Aquesta tercera activitat està plantejada tal com s’explica a 7.2.3 Activitat de grup. El disseny d’aquesta inclou dos models d’activitats, la versió 1 i la versió 2. Aquestes contemplen diversos conceptes de l’aula, que es detallaran a continuació.

Les activitats 1 i 2, son activitats que posen a prova la comprensió de les operacions lògiques així com l’elaboració de taules de veritat. El seu resultat demostra la llei d’absorció pel cas de l’activitat 1 i el Teorema de Morgan per la segona activitat. De manera que es relacionen diversos conceptes teòrics de l’aula.

L’activitat 3 treballa la simplificació de funcions lògiques tot demostrant com a resultat d’aquestes la llei d’absorció i la propietat distributiva.

A l’activitat 4 es treballa l’obtenció de funcions lògiques a partir de les taules de veritat. Aquesta activitat serà treballada a la segona part (Activitat 03b1_2r), per un altre estudiant de manera inversa. Entre els dos poden localitzar errades a l’activitat i ser corregides de manera conjunta.

La quinta activitat treballa l’obtenció de funcions lògiques en base a circuits lògics presentats. Igual que l’activitat 4, aquesta serà treballada de manera inversa per un altre estudiant amb els avantatges comentats anteriorment.

Finalment la darrera activitat 6 és un problema on es treballa la capacitat de relació entre el que es tracta a l’aula i un aparell de la vida diària com son els caixers automàtics o un ascensor. Aquestes son resoltes a l’aula de manera conjunta, on els estudiants es resolen els
dubtes entre ells en referència a la resolució de l’activitat. Això fa que si un estudiant s’equivoca, un company ho detecta e indica on està l’errada i com resoldre-la.

La segona part (Activitat 03b1_2r) consisteix en que cada alumne anota dues respostes de les tres de l’activitat 4 i una de l’activitat 5. Posteriorment son intercanviats els fulls Activitat 03b1_2r, de manera que un estudiant que ha resolt la versió 1, ara realitza 3 activitats de la versió 2. Finalment es retorna l’activitat al company i aquest analitza on és l’errada i si és per part seva o del company.

**Resultats**

Els resultats que s’han obtingut durant aquesta activitat són molt interessants ja que l’àula treballa sola amb petites intervencions del docent per a casos de conflictes o de dubtes genèrics. Mitjançant aquestes activitats els alumnes s’avaluen de manera conjunta i son conscients de les errades cometes i de la merescuda qualificació. Aquesta valora positivament la resolució d’errades així com el seu anàlisis.
9 CONCLUSIONS

Les errades comeses aporten molta informació tant al docent com a l’estudiant. Aquesta informació si és analitzada aporta importants avantatges tant al docent (detecció de necessitats individuals i col·lectives) com a l’alumnat (avaluació del procés d’aprenentatge i aprendre de les errades). El que és important es treballar aquestes errades amb visió positiu i essent analitzades profundament.

En aquest document s’ha realitzat un estudi de com poder utilitzar les errades que es cometen a la tecnologia, com a una eina d’aprenentatge més efectiva. Per a tal finalitat s’ha realitzat una recerca basada en models constructivistes, on les errades són aprofitades per l’aprenentatge conjuntament amb els sistemes de control automatitzat, que ens informen que per un millor control és fa necessari tenir en compte l’error comés.

Mitjançant aquesta recerca s’ha comprovat la poca informació sobre les errades en el camp de l’educació. Particularment, pel que fa a la tecnologia, la seva aplicació resulta una mica mes simple que no a altres camps com son els de lletres, tot i que s’han trobat casos d’aplicació a les llengües. Tot i això, com a filosofia és aplicable a la majoria d’àmbits tant educatius fins i tot a nivell personal. Com a curiositat destacar que en el camp de la medicina és una tècnica força estesa però com a tal no ha sigut objecte d’anàlisi.

Aprofitant les pràctiques realitzades i la possibilitat de ser emprat en aquest. S’ha implementat en dos grups diferents de tecnologia de 4t de la ESO durant la unitat didàctica d’electrònica digital. En aquest s’ha evitat penalitzar les errades a primera instància, cosa que l’alumnat ho ha agrair en certa manera, ja que això comporta la rectificació de l’exercici realitzat sense tenir en compte la qualificació. El fet de la correcció d’exercici comporta mes treball per part de l’alumne i no tots en disposats a realitzar-ho. Com a recomanació es proposa l’adaptació dels exercicis, per exemple, no realitzar 20 problemes dels quals fer-ne 12 de bé, és mes recomanable realitzar 10 problemes tots resolts i comptats al 100% ja que el resta seran variacions d’aquest. Tot i això, el poder equivocar-se sense penalitzacions ha comportat un lleuger augment de la participació de l’alumne. Alguns dels alumnes ho han expressar a l’enquesta final citant el mètode d’avaluació en diferents respostes dels alumnes.

Com a docent aplicar aquesta estratègia sense un previ disseny pot esdevenir un excés de feina, degut a que es realitzaran diferents correccions per al mateix exercici. Per a donar-hi solució, avui en dia disposem de diferents eines que ens ajuden a realitzar les correccions de manera molt més ràpida i detectar-ne les mancances o també podem recórrer a l’autoavaluació dels alumnes. A mes si es dissenyen les activitats per ser treballades en parelles o grups, ens trobem en que cada alumne aporta la seva resolució de l’activitat i una visió personal de com l’ha treballada. Això fa que els seus companys obtinguin diversos punts de vista sobre una mateixa activitat. Pel que fa a l’error, treballar en grup o parella fa que sorgeixin dubtes als alumnes que no tenen el concepte clar, degut a veure dubtes o errades en la resta de companys que posen de manifest que no ho tenen clar. Com es diu normalment, “ no saps una cosa fins que no ets capaç d’explicar-la”. Aquesta dita podria ser incorporada al fet de que fins que no és capaç de detectar i corregir les errades, no es pot considerar que ho és après.

Per tant, l’error a les aules hauria de ser vist com a una oportunitat per al procés d’aprenentatge, sempre que aquesta comporti totes les fases descrites. Això si, en certes ocasions pot ser és important evitar equivocar-se, tot i que aquest treball tracta de les errades diàries més que les d’

Queda pendent realitzar un estudi a gran escala sobre les diferències d’aplicació d’aquesta estratègia i poder avaluar-ne l’efectivitat. Tot i això, es sabut que el ser assertius ajuda a realitzar millor les tasques, per tant és l’objectiu d’aquest document, treballar l’error per poder tenir-ne una visió més assertiva.
10 BIBLIOGRAFÍA


*Education Resources Information Center.* (25 / Abril / 2015). Recollit de https://eric.ed.gov/


