



Universitat Ramon Llull

TESI DOCTORAL

Títol **LA DOCÈNCIA D'ENGINYERIA ELECTRÒNICA: DIRECTRIUS
PER AL DISSENY DE LA INSTRUCCIÓ PRESENCIAL I A
DISTÀNCIA**

Realitzada per **Jordi Margalef i Marrugat**

en el Centre **ETSEEI d'Enginyeria i Arquitectura La Salle**

i en el Departament d'**Electrònica**

Dirigida per **Dr. Guillem Bou Bauzá**

**La docència d'enginyeria electrònica: directrius per
al disseny de la instrucció presencial i a distància**

Jordi Margalef i Marrugat

Director de Tesi: Guillem Bou Bauzà

*Enginyeria i Arquitectura La Salle
Universitat Ramon Llull*

Resum

La idea principal d'aquesta tesi és la discussió sobre si les pràctiques presencials poden ser substituïdes per les no presencials utilitzant sistemes de teleformació.

Partint d'aquest concepte, les dues idees principals que s'aporten en aquesta tesi són com un simulador pot cobrir l'ensenyament de la pràctica i quines directrius podem extraure per a l'ensenyament no presencial i la instrucció dins un laboratori virtual.

Conjuntament amb això, per donar solidesa a les conclusions que les dades ofereixen es fa una revisió de les teories de l'aprenentatge escollint les que més s'adiuen amb l'ensenyament de continguts procedimentals. Aquest marc teòric serà el que el permetrà donar directrius per a la creació de laboratoris virtuals en els estudis d'Enginyeria.

És finalitat d'aquest estudi mostrar que les actuacions docents i processos d'aprenentatge efectius, ho són perquè se sustenten en explicacions coherents que tenen a veure amb com el subjecte aprèn (i per tant com, a partir d'aquí, el docent ensenya).

S'ha de tenir present que aquesta tesi, a part del camí de recerca que obre i de les aportacions que poden servir per treballs futurs, fa una revisió a fons de l'assignatura d'Electrònica, seguint l'esquema de treball que hem exposat fins ara:

- a) Revisió de la teoria precedent (aprenentatge, coneixement de conceptes abstractes)
- b) Aplicació a la matèria i al centre en concret (apropament de la teoria a la pràctica docent quotidiana)
- c) Validació experimental (disseny quasiexperimental i anàlisi de resultats)
- d) Obtenció de directrius per al disseny instruccional

Summary

The main goal of this thesis is to discuss whether it is possible to substitute learning in a classroom setting for learning out of the classroom setting via online training systems.

Parting from this concept, the two main ideas this thesis deals with are how a simulator can cover the teaching of practical aspects and the rules we can apply to non attended learning and instruction within a virtual laboratory.

In order to provide solidity to the conclusions offered we have revised the theories on learning, choosing those which are easier to apply to the teaching of practical contents. This theoretical setting will allow us to provide instructions for the creation of virtual laboratories within the Engineering studies.

Our aim is to show that effective teaching and learning processes are so because they are based on coherent explanations related to how the person learns (and how, parting from this, the teacher teaches).

Besides the doors it opens for research and the contributions it makes to future work, this thesis does an in depth revision of the Electronics subject, following the work process presented up to now:

- a) Revision of previous theory (learning and knowledge of abstract concepts)
- b) Application to the specific matter and centre (bringing theory closer to the daily teaching practice).
- c) Experimental validation (nearly experimental design and results analysis)
- d) Achievement of rules for instructional design

Resumen

La idea principal de esta tesis es la discusión sobre si las prácticas presenciales pueden ser sustituidas por las no presenciales utilizando sistemas de teleformación.

Partiendo de este concepto, las dos ideas principales que introducimos en esta tesis son como un simulador puede cubrir la enseñanza de la práctica y que directrices podemos extraer para la enseñanza a distancia no presencial y la instrucción dentro de un laboratorio virtual.

De igual forma, para dar solidez a las conclusiones que los datos ofrecen se hace una revisión de las teorías del aprendizaje escogiendo las que más congenian con la enseñanza de contenidos procedimentales. Este marco teórico será el que el permitirá dar directrices para la creación de laboratorios virtuales en los estudios de Ingeniería.

Es finalidad de este estudio, mostrar que las actuaciones docentes y procesos de aprendizaje efectivos, lo son porque se sustentan en explicaciones coherentes que tienen a ver con la forma de cómo aprende el sujeto (y por tanto como, a partir de aquí, el docente enseña).

Hay que tener presente que esta tesis, además del camino de investigación que abre y de las aportaciones que pueden servir para trabajos futuros, hace una revisión a fondo de la asignatura de Electrónica, siguiendo el esquema de trabajo que hemos expuesto hasta ahora:

- a) Revisión de la teoría precedente (aprendizaje, conocimiento de conceptos abstractos)
- b) Aplicación a la materia y al centro en concreto (acercamiento de la teoría a la práctica docente cotidiana)
- c) Validación experimental (diseño casi-experimental y análisis de resultados)
- d) Obtención de directrices para al diseño instruccional

Índex

Índex de taules	V
------------------------------	----------

Índex de figures	VI
-------------------------------	-----------

Capítol 1. Presentació	1
-------------------------------------	----------

1.1. Motivació de la present investigació	2
1.2. Continguts de la tesi	3
1.2.1. Revisió de les diferents concepcions de l'aprenentatge	3
1.2.2. Aplicació a l'activitat docent a La Salle	4
1.3. Metodologia seguida en la investigació	5
1.4. Conclusions: directrius de disseny de sistemes de teleformació.....	6

Capítol 2. Aprenentatge i cognició.....	7
--	----------

2.1. Psicologia de l'aprenentatge	8
2.1.1. Conductisme i neoconductisme	8
2.1.2 L'auge del conductisme	11
2.1.3. La decadència del conductisme	13
2.1.4. Cognitivisme.....	15
2.1.4.1. Models cognitivistes de l'aprenentatge	16
2.1.4.2. Constructivisme.....	18
2.1.4.3. Interacció social i cognició: discussió de fonaments	21
2.1.5. Vers l'etapa actual	24
2.1.5.1. Les reminiscències conductistes en la Tecnologia Educativa d'avui en dia	26
2.1.5.2. Entre el conductisme i el cognitivisme	28
2.1.5.3. L'actitud dels investigadors en Tecnologia Educativa en front la insuficiència de les teories de l'aprenentatge	29
2.2. L'Aprenentatge per descobriment: enfocament clàssic	32
2.2.1. Bruner	32
2.2.2. Gagné.....	35
2.2.2.1. Els processos de l'aprenentatge	36
2.2.2.2. Varietat de capacitats apreses	38
2.2.2.3. Relació entre els 5 dominis i els vuit tipus d'aprenentatge ...	39
2.2.2.4. Les condicions de l'aprenentatge	41
2.2.3. Ausubel.....	42
2.2.3.1. Teoria de l'aprenentatge significatiu.....	42
2.2.3.2. Tipus d'aprenentatge significatiu.....	44
2.2.3.3. Aplicacions i implicacions pedagògiques de la teoria de l'aprenentatge significatiu	45
2.2.3.4. Aportacions de la teoria d'Ausubel al constructivisme.....	47
2.2.3.5. Significativitat i seqüenciació de continguts	47
2.2.4. Vigotski	51
2.2.4.1. Conceptes espontanis i conceptes científics.....	56
2.2.4.2. Processos psicològics elementals i superiors	58
2.2.4.3. Llei de la doble formació	59
2.2.4.4. Activitat i apropiació.....	60

2.2.5. La Zona de Desenvolupament Pròxim (ZDP)	61
2.2.5.1. Bastida.....	65
2.3. Models actuals d'aprenentatge.....	67
2.3.1. Les arquitectures de l'ensenyament.....	67
2.3.2. El paper de la tecnologia. Entorns d'aprenentatge centrats en l'estudiant	72
Capítol 3. Aplicació de les teories de l'aprenentatge a l'assignatura... 74	
3.1. Introducció	75
3.2. Processos d'aprenentatge i les seves concepcions.....	79
3.3. Procés d'aprenentatge a Enginyeria i Arquitectura La Salle.....	85
3.3.1. Anàlisi de les teories de Vigotski aplicades	86
3.3.1.1. La Zona de Desenvolupament Pròxim aplicada a Enginyeria i Arquitectura La Salle	89
3.3.2. Anàlisi de les teories de Bruner aplicades	92
3.3.2.1. Breu resum	92
3.3.2.2. Experiència pedagògica aplicada a Enginyeria i Arquitectura La Salle.....	96
3.3.2.3. Fonaments conceptuals	97
3.3.2.4. Seqüenciació	98
3.3.3. L'aprenentatge significatiu aplicat	99
3.3.3.1. L'aprenentatge significatiu aplicat a Enginyeria i Arquitectura La Salle.....	102
3.3.4. Conceptes i aplicacions de la teoria "gagniana".....	106
3.3.4.1. Anàlisi i disseny de situacions d'ensenyament - aprenentatge a Enginyeria i Arquitectura La Salle.....	110
Capítol 4. Anàlisi de resultats 112	
4.1. Validesa de continguts: Test de Jutges	113
4.1.1. Test de Jutges pel TEST 1	115
4.1.2. Test de Jutges pel TEST 2	118
4.1.3. Test de Jutges pel TEST 3	120
4.1.4. Jutge extra fora de l'àmbit a estudi.....	122
4.2. Comparativa amb altres cursos	124
4.3. Estudi de la mostra principal.....	128
4.3.1. Notes del Test 1	128
4.3.2. Notes del Test 2	131
4.3.3. Notes del Test 3	133
4.3.4. Comparativa de les notes dels tres tests.....	135
Capítol 5. Conclusions..... 137	
5.1. Introducció	138
5.2. Directrius.....	139

Annex 1. Testos efectuats.....	151
A1.1. Test realitzat després de l'explicació teòrica.....	152
A1.2. Test realitzat després de la simulació pràctica	155
A1.3. Test realitzat després del muntatge pràctic	160
Annex 2. Taules de correlacions ítem a ítem	164
A2.1. Matriu de correlacions inter-elements del Test 1	166
A2.2. Matriu de correlacions inter-elements del Test 2	168
A2.3. Matriu de correlacions inter-elements del Test 3	170
Annex 3. Altres estudis sobre la mostra	172
A3.1. Comparativa de les notes dels tres tests	173
A3.1.1. Estudi de les nuvoloses entre els diferents tests	173
A3.1.2. Estudi de la mostra principal per tipus de preguntes (teòriques/pràctiques)	177
A3.1.3. Estudi de la mostra principal per sexe	177
A3.1.4. Estudi de la mostra principal per especialitats.....	178
A3.1.5. Estudi de la mostra principal per grups	179
A3.1.6. Estudi de la mostra principal per repetidors de pràctiques	180
A3.2. Estudi d'altres conjunts de mostres.....	181
A3.2.1. Estudi de la mostra de repetidors.....	181
A3.2.2. Estudi de la mostra d'alumnes que no han completat correctament el cicle de pràctiques	182
Bibliografia.....	183

Índex de taules

Taula 1: Corrents en la Psicologia de l'Aprenentatge	4
Taula 2: Diferències teòriques entre la teoria cognitiva i la teoria constructivista.....	19
Taula 3: Teories d'aprenentatge aplicades a l'ensenyança a distància.....	27
Taula 4: Quadre comparatiu entre les concepcions tradicional i constructivista de l'aprenentatge	30
Taula 5: Fases de l'aprenentatge de Gagné	37
Taula 6: Relació entre tipus d'aprenentatge amb les capacitats per ser apreses.....	40
Taula 7. Anàlisi i disseny de situacions d'ensenyament – aprenentatge.....	41
Taula 8: Tipus d'aprenentatge significatiu	45
Taula 9: Aprenentatge memorístic VS. significatiu – comparació.....	50
Taula 10: Concepcions dels processos d'aprenentatge	80
Taula 11: Índex de la teoria estudiada	114
Taula 12: Professors jutges dels diferents tests	115
Taula 13: Puntuació dels Jutges pel Test 1	115
Taula 14: Correlacions entre les puntuacions dels Jutges pel Test 1.....	117
Taula 15: W de Kendall pel Test 1	117
Taula 16: Puntuació dels Jutges pel Test 2.....	118
Taula 17: Correlacions entre les puntuacions dels Jutges pel Test 2.....	119
Taula 18: W de Kendall pel Test 2	119
Taula 19: Puntuació dels Jutges pel Test 3.....	120
Taula 20: Correlacions entre les puntuacions dels Jutges pel Test 3.....	121
Taula 21: W de Kendall pel Test 3	121
Taula 22: Puntuacions del nou jutge extern.....	122
Taula 23: Correlacions entre les puntuacions amb el nou jutge pel Test 1	123
Taula 24: Correlacions entre les puntuacions amb el nou jutge pel Test 2	123
Taula 25: Correlacions entre les puntuacions amb el nou jutge pel Test 3	124
Taula 26: Notes d'Electrònica II del curs 2005/06.....	124
Taula 27: Notes d'Electrònica II del curs 2004/05.....	125
Taula 28: Notes d'Electrònica II del curs 2003/04.....	125
Taula 29: Notes d'Electrònica II del curs 2002/03.....	126
Taula 30: Notes d'Electrònica II del curs 2001/02.....	126
Taula 31: Notes d'Electrònica II del curs 2000/01	127
Taula 32: Estadístics de fiabilitat pel Test 1	128
Taula 33: Taula de correlacions i d'alfa pel Test 1	129
Taula 34: Respostes del Test 1	130
Taula 35: Estadístics de fiabilitat pel Test 2.....	131
Taula 36: Taula de correlacions i d'alfa pel Test 2	131
Taula 37: Respostes del Test 2	133
Taula 38: Estadístics de fiabilitat pel Test 3.....	133
Taula 39: Taula de correlacions i d'alfa pel Test 3	134
Taula 40: Respostes del Test 3	134
Taula 41: Matriu de correlacions inter-elements del Test 1	166
Taula 42: Matriu de correlacions inter-elements del Test 2	168
Taula 43: Matriu de correlacions inter-elements del Test 3	170
Taula 44: Notes mitges dels tres tests i les seves r de Pearson.....	173
Taula 45: Notes dels tres tests i les seves t d'Student	173
Taula 46: Notes mitges per tipus de preguntes teòriques o pràctiques.....	177
Taula 47: Notes mitges per sexes	178

Taula 48: Notes mitges per sexe de la parella de pràctica.....	178
Taula 49: Notes mitges per especialitats	179
Taula 50: Notes mitges per grups de classe.....	180
Taula 51: Notes mitges per tipus d'alumne	181
Taula 52: Notes mitges dels alumnes repetidors	181
Taula 53: Notes mitges dels alumnes que no han complert correctament el cicle de pràctiques.....	182

Índex de figures

Figura 1: Mecanismes de l'aprenentatge de Gagné.....	37
Figura 2: Condicions per a l'aprenentatge significatiu.....	44
Figura 3: Estratègies d'instrucció i aprenentatge	51
Figura 4: Piràmide dels conceptes	56
Figura 5: Esquematització de la llei de la doble formació	59
Figura 6: Esquematització de la Zona de Desenvolupament Pròxim.....	62
Figura 7: ZDP de doble terminació	89
Figura 8: Mapa conceptual de una unitat didàctica significativa	103
Figura 9: Estructura de l'experiment	113
Figura 10: Distribució de les notes del Test 1	130
Figura 11: Distribució de les notes del Test 2	132
Figura 12: Distribució de les notes del Test 3	135
Figura 13: Estructura de l'experiment	135
Figura 14: ANOVA de l'experiment	136
Figura 15: Nuvolosa de les notes del test 1 vs les notes del test 2	174
Figura 16: Nuvolosa de les notes del test 2 vs les notes del test 1	174
Figura 17: Nuvolosa de les notes del test 2 vs les notes del test 3	175
Figura 18: Nuvolosa de les notes del test 3 vs les notes del test 2	175
Figura 19: Nuvolosa de les notes del test 1 vs les notes del test 3	176
Figura 20: Nuvolosa de les notes del test 3 vs les notes del test 1	176

Capítol 1

Presentació

Aquest primer capítol dona una visió general del que és la tesi que es presenta per a ser avaluada. S'exposaran, de forma concisa, els següents apartats:

- a) Motivació de la present investigació: explicació de les inquietuds que han portat a investigar el tema de la docència superior assistida per un sistema de teleformació.
- b) Continguts de la tesi: comentari dels continguts fonamentals, sobretot del marc teòric que s'ha treballat i de l'adaptació d'aquest marc a la situació particular docent de La Salle.
- c) Metodologia: breu indicació sobre el disseny quasiexperimental que s'ha seguit per desenvolupar la investigació i apunts de l'utilitat dels resultats obtinguts.
- d) Conclusions: Directrius de disseny de sistemes de teleformació que resulten de l'anàlisi de les dades recollides en l'experimentació, l'aplicació de les teories de l'aprenentatge i el coneixement de l'assignatura del doctorant.

1.1. Motivació de la present investigació

Aquesta tesi sorgeix d'una preocupació i ocupació recurrents en l'ensenyament superior: la discussió sobre si les pràctiques presencials poden ser substituïdes per les no presencials utilitzant sistemes de teleformació.

Envers tot aquest debat sobre com influeix la distància en l'ensenyament destaquen quatre concepcions diferents. En elles hi trobem diferents maneres d'entendre el concepte de *distància* en els actuals sistemes telemàtics de formació:

***Evasiva:** la distància no existeix.*

***Compensatòria:** la distància és un obstacle.*

***Complementària:** la distància forma part d'una estratègia formativa que inclou la presencialitat.*

***Substitutòria:** la formació a distància és una opció que l'estudiant pot escollir en substitució de la presencial. ” (Bou, Trinidad i Huguet, 2003, 91-93)*

La concepció de la formació de l'estudiant de les Escoles d'Enginyeria i Arquitectura La Salle (Universitat Ramon Llull), concretament dels estudis d'Enginyeria, és complementària. Es a dir, la formació a distància (no presencial) s'entén com un bon complement per a la formació presencial (a les aules i laboratoris). L'estudiant disposa de tota una sèrie de recursos telemàtics per practicar, debatre, ampliar coneixements, etc. amb la resta de companys i professors de la matèria.

Cal anotar que s'ha optat per aquesta via no permetent la no presencialitat de l'alumne. S'entén que els continguts als quals poden accedir de manera no presencial són

aclaridors i de caràcter intensiu, és a dir, permeten ampliar el temes treballats a les aules i als laboratoris.

Partint d'aquest context, les dues preguntes que guiaran la recerca del doctorand són les següents:

- a) Pot un simulador (que pot ser utilitzar de manera no presencial) cobrir l'ensenyament de la pràctica (procediments)?
- b) Podem extraure directrius per a l'ensenyament no presencial i la instrucció dins un laboratori virtual?

Sense perdre de vista, per tant, el que ha mogut al doctorand a realitzar la feina que s'exposarà en aquesta tesi, passem tot seguit a detallar els aspectes de continguts i metodològics de la investigació.

1.2. Continguts de la tesi

1.2.1. Revisió de les diferents concepcions de l'aprenentatge

Per donar solidesa a les conclusions que les dades ofereixen el doctorand farà una revisió de les teories de l'aprenentatge escollint les que més s'adiuen amb l'ensenyament de continguts procedimentals. Prendrà com eix de partida les explicacions de l'aprenentatge per descobriment (subjacents a la concepció de la metodologia docent del doctorand) i també les propostes sobre la Zona de Desenvolupament Pròxim de Vigotski que permetran donar directrius per un aprenentatge de caire més cooperatiu o un aprenentatge guiat pel simulador.

Aquest marc teòric serà el que el permetrà donar directrius per a la creació de laboratoris virtuals en els estudis d'Enginyeria.

En la tesi trobarem en els dos primers capítols una revisió clàssica de les teories de l'aprenentatge. Primer farem una revisió prenent com a punt de partida la concepció que sobre l'aprenentatge tenen dos dels grans corrents de la psicologia que estudia els processos d'ensenyament-aprenentatge: el conductisme i el cognitivisme.

Veurem que el cognitivisme ha arribat amb força, especialment amb les seves propostes constructivistes i que el conductisme no el podem menystenir en absolut especialment des d'enfocaments de tecnologia educativa ja que sovint ens trobem amb suposades actuacions cognitivistes que en realitat estan sustentades per supòsits conductistes.

No és objectiu del doctorand fer grans aportacions a la psicologia de l'aprenentatge ans al contrari. És finalitat d'aquest mostrar que les actuacions docents i processos d'aprenentatge efectius, ho són perquè se sustenten en explicacions coherents que tenen a veure amb com el subjecte aprèn (i per tant com, a partir d'aquí, el docent ensenya).

1.2.2. Aplicació a l'activitat docent a La Salle

Aquesta tesis centra la seva mirada en l'estudiant que passarà a ser l'eix vertebrador de les propostes que el doctorand elaborarà de cara a un futur desplegament dels estudis d'Enginyeria. Un enfocament, per altra banda, absolutament coherent amb els plantejaments de Bolònia i amb les noves línies de treball i elaboració d'aplicacions tecnològiques (eines per a l'aprenentatge col·laboratiu, per a l'autoavaluació, etc).

Així doncs, el recorregut de la revisió teòrica realitzada el podem il·lustrar mitjançant aquesta taula que pretén caracteritzar cada autor i la seva teoria de l'aprenentatge i que va servir de punt de partida pel doctorand.

AUTOR	TEORIA	CARACTERÍSTICA
B. F. Skinner	Pressupostos associacionistes	Utilitzada per millorar la programació educativa o l'avaluació dels resultats de l'aprenentatge
R. M. Gagné	Aprenentatge acumulatiu	Dóna la mateixa importància als diferents tipus d'aprenentatges i aprendre'ls implica posar en marxa un conjunt de condicions d'aprenentatge internes i externes
D. P. Ausubel	Teoria cognitiva de l'aprenentatge humà	Posa l'accent a l'aprenentatge de continguts conceptuals i en el paper del llenguatge verbal com sistema bàsic per transmetre coneixements
J. S. Bruner	Aprenentatge per descobriment	Dóna importància al fet de que l'alumne segueixi un procés propi d'indagació per l'elaboració final del contingut objecte d'aprenentatge
J. Piaget	Relació entre desenvolupament i aprenentatge	Les persones progressen gràcies a l'activitat físico-manipulativa i lògic-relacional que estableixen amb l'entorn
L. S. Vigotski	Enfocament sociocultural	El desenvolupament humà és un procés mediat per instruments de tipus simbòlic i representacional.

Taula 1: Basada en Coll i col·laboradors (1997, 362-363). Corrents en la Psicologia de l'Aprenentatge.

Tot realitzant aquesta revisió i endinsant-se en el món de la psicologia de l'aprenentatge, el doctorand ha pogut prendre consciència que les seves accions docents partien d'una aproximació intuïtiva a les propostes de Bruner i Vigotski. És per aquesta raó que aquests dos autors són els especialment treballats a la tesis. Bruner, en tant en quant a l'aprenentatge per descobriment i Vigotski en tant en quan a la importància que dóna a la interacció social. A aquests se'ls afegeix Ausubel com a "pare" de l'aprenentatge significatiu que sens dubte està incidint en el plantejaments curriculars tant del doctorand en la planificació de les seves classes com en el desplegament del pla d'estudis d'Enginyeria Electrònica de La Salle (URL).

Així els conceptes claus que travessen aquesta tesis són:

- a) Zona de Desenvolupament Pròxim (ZDP),** que segons defineix el propi Vigotski és:

“La distància entre el nivell real de desenvolupament, determinat per la capacitat de resoldre independentment un problema, i el nivell de desenvolupament potencial determinat a través de la resolució d’un problema sota la guia d’un adult o en col·laboració amb un altre company més capacitat” (Vigotski L., 1988, 133)

b) Aprenentatge per descobriment (Bruner):

Defensa una participació activa de l’aprenent en el procés d’aprenentatge. En el descobriment d’una relació o d’un principi es realitza el procés d’aprenentatge: reorganitzar o transformar l’evidència de tal manera que es pugui veure més enllà. L’aprenentatge no és quelcom que esdevé a l’individu sinó que és quelcom que ell fa que esdevingui en manejar i utilitzar la informació.

c) Aprenentatge significatiu (Ausubel):

Aprenentatge és donar significat als nous coneixements. La possibilitat que un contingut passi a tenir sentit depèn de que quedi incorporat al conjunt de coneixements d’un individu de manera substancial, és a dir, relacionat amb coneixements prèviament existents en l’estructura mental del subjecte.

1.3. Metodologia seguida en la investigació

L’activitat docent del doctorand contempla tres accions formatives per a cada bloc de continguts:

- Una primera, presencial, en la qual introdueix a l’estudiant en els continguts a treballar
- Una segona, no presencial, on l’estudiant passa per una simulació pràctica dels procediments a seguir (una setmana més tard de la sessió presencial)
- Una tercera, i última, on l’estudiant realitza de forma presencial la pràctica que ha visualitzat en el simulador (la següent setmana)

Aquesta estructura permet al doctorand realitzar tres avaluacions (una a una, després de cada acció formativa) que poden comparar-se i així estudiar amb profunditat els efectes de cadascuna de les accions en el rendiment i per tant en l’aprenentatge dels estudiants. La gran quantitat de dades posades en joc permet, a més, pronunciar-se sobre temes relatius a la validesa i fiabilitat dels exàmens que es fan anar al centre, de les diferències significatives o no entre diferents grups d’estudiants, d’observacions importants entre variables que correlacionen i, sobretot, sobre les directrius de disseny dels campus virtuals en el camp de l’enginyeria.

L’avantatge del qual disposa el disseny quasiexperimental és que la posada en pràctica d’aquesta investigació no pertorba en absolut el normal desenvolupament de l’assignatura (per tant, les dades són fiables) i permet una investigació que aporti llum,

en el cas de l'enginyeria electrònica, sobre la docència de les pràctiques i les seves modalitats (presencial o no presencial) d'ensenyament-aprenentatge.

Cal dir, que els resultats podrien ser aplicables a aquelles matèries que, dins de l'Enginyeria Electrònica, necessiten en la modalitat presencial un laboratori per fer-ne unes pràctiques. S'aprofitarà l'experiència de què es disposa en la implementació a l'ecampus d'assignatures similars en l'Enginyeria de Telecomunicacions.

1.4. Conclusions: directrius de disseny de sistemes de teleformació

S'ha de tenir present que aquesta tesi, a part del camí de recerca que obre i de les aportacions que poden servir per treballs futurs, fa una revisió a fons de l'assignatura d'Electrònica, seguint l'esquema de treball que hem exposat fins ara:

- a) Revisió de la teoria precedent (aprenentatge, coneixement de conceptes abstractes)
- b) Aplicació a la matèria i al centre en concret (apropament de la teoria a la pràctica docent quotidiana)
- c) Validació experimental (disseny quasiexperimental i anàlisi de resultats)
- d) Obtenció de directrius per al disseny instruccional

D'aquesta manera, atès que l'assignatura es desenvolupa, com ja s'ha indicat, sota una *concepció complementària* de la teleformació, és pertinent que el doctorant processi la informació obtinguda en els tres primers apartats (a, b i c) i enfoqui de manera general l'apartat d.

Així doncs, cadascun d'aquests apartats ocuparà un capítol. La tesi acabarà de forma integradora i orientada al futur: el capítol cinc donarà no sols una llista de correccions que s'han de fer per a una millora docent de l'assignatura en concret, sinó també oferirà unes directrius de disseny instruccional aplicables a matèries d'enginyeria que es vulguin impartir amb assistència de sistemes de teleformació.

Capítol 2

Aprenentatge i cognició: recapitulació sobre el segle XX

2.1. Psicologia de l'aprenentatge

“D'altra banda, no oblidem que l'ensenyament programat i la màquina d'ensenyament –potser en aquest punt es distingeixen altres tècniques pedagògiques- han nascut dels estudis psicològics de l'aprenentatge, és a dir, dels estudis centrats sobre el *subjecte que aprèn*” (Pierre Oléron, 1965, *L'élève, le programme et la machine*, 41)

La Tecnologia Educativa moderna es nodreix, es configura i s'impregna de les diferents evolucions i aportacions de Gagné i Brigs (Gagné i Brigs, 1976); Lumsdaine (Lumsdaine, 1964), i sens dubte, la proposta més ferma s'atribueix a Chadwick (Chadwick, 1978).

Tres són les línies d'influència que es consideren com la base de la Tecnologia Educativa: la Psicologia de l'aprenentatge, la Teoria General de Sistemes i la Teoria de la Comunicació. Nosaltres desenvoluparem la primera d'elles, i veurem quines aportacions ha fet concretament al camp que ens ocupa: les pràctiques en el sí de la formació en enginyeria.

Parlar de psicologia de l'aprenentatge en aquest segle és parlar del creixement, de la preponderància i de la crisi del conductisme i la seva evolució cap un naixement de corrents cognitivistes, de les quals se'n deriven altres tendències pròpies com són les idees constructivistes.

En el context d'aquesta dinàmica, segons ens diu Vega (Vega, 2001), alguns psicòlegs hi veuen una mostra típica del que Khun (Khun, 1962) pronostica respecte dels paradigmes dominants: donen lloc a un període de ciència normal i després són substituïts per d'altres.

Malgrat hi ha investigadors que classifiquen de manera diferent alguns psicòlegs d'aquestes tendències¹, el que ningú posa en dubte és la influència de tots ells, és a dir, dins el conductisme i dins el cognitivisme, en la concepció actual dels mecanismes psicològics de l'aprenentatge, i més concretament en el camp que ens interessa que és l'aprenentatge per descobriment.

2.1.1. Conductisme i neoconductisme

"Durant l'últim quart del segle XIX es comença a manifestar en psicologia una forta tendència a distanciar-se de la filosofia, tendència que culminarà amb l'aparició de la psicologia científica cap a començaments del nou segle. La psicologia troba en el mètode experimental propi de les ciències físiques naturals l'instrument per separar-se de la filosofia i per convertir-se en una disciplina científica autònoma. Entre els

¹ Per exemple, alguns autors classifiquen a Hull com a conductista (Vega, 2001) mentre que altres el situen fora d'aquesta corrent (Chadwick, 1978)

protagonistes d'aquest procés hi ha alguns pensadors com J.M. Cattell, William James i G. Stanley Hall (...)" (Coll, C. i Cols., 1997, *Psicologia de la instrucció*, 32)

Alguns autors, assenyalen la importància que va tenir per a la psicologia de l'educació, el buscar un caràcter científic, que la deslligués d'enfocaments filosòfics, subjectivistes, innatistes o introspectius (Vega, 2001).

En aquest context, Tarpy (Tarpy, 1989) situa l'aparició del conductisme de la mà de J.B. Watson, qui considerava tot el comportament com a resultat de la influència de l'ambient i l'educació, descartant l'impacte de qualsevol instint (excepte els reflexes), així com de la càrrega hereditària. Proposa estudiar les respostes observables, és a dir, el comportament observable, de tal manera que pogués ser verificat per altres, eludint la inclusió de processos mentals en la conducta i en l'aprenentatge, sense negar-los, però desestimant-los de la seva anàlisi. D'aquestes aportacions, es despenia que la psicologia s'havia de convertir en una ciència experimental que focalitzés la seva atenció en la conducta, rebutjant la ment com a centre d'interès.

Les propostes de Watson (conductisme clàssic) en els anys 30 i 40 van ser revisades. Entre les noves propostes, Hull i Tolman (neoconductisme) van coincidir en assenyalar la presència de variables intervinents en l'organisme que regula la conducta, associades a constructes hipotètics (Tolman, 1932), que en cas de Hull inclou variables associatives i motivacionals (Hull, 1948).

En un primer moment, coexisteixen la visió hipotètico-deductiva representada per Hull i la conductista (i inductiva) representada per Skinner (1969), tenint clar que, sense cap mena de dubte, aquesta última ha estat la més influent per al control de l'aprenentatge. De fet, és Skinner qui, sobretot després de la Segona Guerra Mundial, s'interessa per les màquines d'ensenyar. El següent text del propi Skinner és indicatiu d'un període d'èxit i optimisme:

“L'aparell possibilita la calculada presentació de materials disposats de tal manera que el plantejament i la solució d'un problema depenguin de la resposta donada al problema anterior, obrint-se amb això la via al més eficient progrés cap a un repertori que pot arribar a ser molt ric i complex. S'ha ideat la manera de registrar els errors més comuns, així que les sèries proposades puguin modificar-se segons els dictats de l'experiència. On els alumnes tendeixin al dubte o a confondre's, s'inseriran passatges addicionals, i el material arribarà per fi a un punt de perfecció tal que les respostes de l'individu corrent siguin quasi totes encertades”
(B. F. Skinner, 1969, 37)

Per Skinner, la principal funció del docent és disposar les contingències de reforç a fi de possibilitar o augmentar la probabilitat d'ocurrència de la resposta que s'ha d'aprendre. Entén per contingències de reforç aquells estímuls reforçadors que s'administren sempre que s'emeti una resposta igual o propera a la resposta que es desitja ensenyar. Per tant, l'ensenyament programat és el disseny d'un ventall d'accions per fer efectius els

reforçaments; consisteix en dividir la matèria que ha de ser apresada en petits passos i així poder reforçar totes les respostes emeses per l'aprenent.

Els tres tipus d'estímul que hi intervenen són els següents:

- Sd (estímul discriminatiu, és una ocasió per donar una resposta)
- R (resposta que dóna l'aprenent)
- Sr (estímul reforçador sobre la resposta)

En l'ensenyament programat skinnerià existeixen diversos dissenys de programes que es basen en dues maneres de combinar els reforços i les contingències:

- Encadenament (chaining). Disposar les condicions de reforç de tal manera que s'apregui una cadena de respostes relativament llarga, és a dir, un procediment. Reforçament present des del principi fins al final.
- Modelat o shaping. Quan l'individu aprèn una resposta motora de qualsevulla naturalesa, el reforçament es produeix de manera selectiva de tal forma que les respostes van millorant progressivament gràcies a l'acció dels reforçadors. Reforçament alt al principi disminuint progressivament. Es reforcen les aproximacions successives a la conducta que interessa obtenir.
- Prompting o apunt: consisteix en afegir a l'estímul discriminador un estímul addicional per tal que es provoqui la resposta desitjada.
- El debilitament (fading) o canvi gradual de l'estímul consisteix en que una resposta que està controlada inicialment per un estímul molt fort passa a ser emesa encara que l'estímul original es presenti debilitat o fragmentat. S'eliminen gradualment els estímuls que han servit per provocar la resposta.

Segons Scheerer (Scheerer, 1983) la proposta de Skinner és sòlida ja que deixa al marge les variables intervinents de Hull i Tolman i se centra en el concepte del condicionament operant. Assenyala que es basa, a més, en un rigorós control experimental i en un enfocament inductiu en busca de lleis descriptives de la conducta i, en definitiva, el seu plantejament des del punt de vista pedagògic té un significat més gran.

Vist aquest intens debat que es produeix en la Psicologia de l'Aprenentatge i que els diferents matisos sobre les teories per a explicar la conducta se succeeixen, és lògic entendre que hi hagi discrepàncies en la ubicació de certs autors dins dels diferents corrents. De totes formes, en el marc d'aquesta activitat de vegades frenètiques, el conductisme aconsegueix recollir, d'una manera o altra, el positivisme lògic del Cercle de Viena, l'operacionisme i els corrents axiomatitzadors de la psicologia (Vega, 2001).

Per tant, hi ha coincidència en assenyalar l'aportació sistemàtica i científica a la Psicologia de l'Aprenentatge (Pozo, 1989), en la línia que assenyàvem en l'inici d'aquest apartat per part del conductisme. Per tal d'aprofundir en aquesta matèria, en els dos apartats següents, abans d'explicar l'evolució de la disciplina i el seu gir cap a enfocaments cognitivistes, exposarem algunes idees en relació a l'auge i al declivi del moviment conductista.

2.1.2 L'auge del conductisme

"Ningú negarà que a l'educador li competeix una funció més important que la de dir "bé" o "malament"! Doncs bé, els canvis que aquí es proposen deixarien al mestre lliure per a exercir aquesta funció de major importància. El dedicar-se a corregir una sèrie d'exercicis d'aritmètica - "sí, nou i sis *sumen* quinze; no, nou i set *no són* divuit"- no és una tasca apropiada a la dignitat d'una persona intel·ligent"

Aquesta cita anterior pertany a Skinner (Skinner, 1976, 105) i està traduïda del seu article original "*La revolució científica de l'ensenyament*" de 1969. Skinner és un dels pensadors més influents dins del corrent conductista. Si no ho sabéssim, podríem arribar a pensar que la cita correspon a un pensador cognitivista o a qualsevol altra amb una concepció més ampla de l'aprenentatge, però difícilment l'admetríem com a paradigma del moviment conductista.

Es per això que autors influents i difícilment etiquetables com a conductistes, com Piaget, perceben aquest aire renovador d'Skinner i l'elogiïn repetidament. Veiem com Piaget (Piaget, 1980), cita Skinner de quatre formes diferents en un mateix article:

- a) Per l'encert del seu enfocament conductista, considerat com l'adequat perquè la ciència avança en el seu moment:

"L'últim dels grans teòrics americans de l'aprenentatge, Skinner, autor d'interessants experiències sobre els coloms (...), ha adoptat una actitud més decididament positiva. Persuadit del caràcter inaccessible de les variables intermediàries i del nivell massa rudimentari dels nostres coneixements neurològics, ha decidit considerar només els estímuls o inputs, manipulables a voluntat, i les respostes observables o outputs i dedicar-se a les seves relacions directes sense ocupar-se de les connexions internes."

- b) Perquè veu en Skinner un recolzament per combatre l'escola tradicional

"Els esperits sentimentals o pesarosos s'han entristit de que es puguin substituir als mestres per màquines; no obstant això, aquestes màquines ens sembla que presten el gran servei de demostrar sense possible rèplica el caràcter mecànic de la funció del mestre tal com ho concep l'ensenyança tradicional: si aquesta ensenyança no té més ideal que el de fer repetir correctament el que ha estat correctament exposat, està clar que la màquina pot complir correctament aquestes condicions."

- c) Perquè també veu en ell un punt de recolzament per tractar el problema dels condicionants afectius dels professors:

"S'ha dit també que la màquina suprimeix els factors afectius, però això no és exacte i Skinner pretén amb raó arribar a una "motivació" (necessitats i interessos) més fort que en moltes "llicions" ordinàries. En efecte; el problema es establir si l'afectivitat del mestre juga sempre un paper favorable. Claparède deia ja que

en la formació dels mestres havia de reservar-se un temps suficient per a l'ensinistrament dels animals, ja que quan l'ensinistrament fracassa, l'experimentador sap perfectament que es culpa seva, mentre que en l'educació dels nens els fracassos són atribuïts als alumnes."

d) Perquè està convençut de l'eficàcia de l'ensenyança programada per l'exercitació:

"Quant al valor intrínsec d'un mètode qualsevol d'ensenyança, depèn, naturalment, de les finalitats que se li assigni en cada branca particular. En els cassos en els que tan sols es tracta d'adquirir un saber, com en l'ensenyança de les llengües, queda fora de tota dubte que la màquina proporciona serveis reconeguts, en particular en forma d'estalvi de temps"

Fent un intent de resumir les aportacions pràctiques que Skinner fa als processos d'ensenyament-aprenentatge podem dir que per Skinner:

- Es necessària una bona presentació d'estímuls en cada situació d'aprenentatge. Per tal de poder fer això és necessària una bona anàlisi prèvia i definició del comportament final esperat.
- Un cop sabem quin és el comportament final que li demanarem a l'aprenent, l'instructor s'ha de preocupar de la "primera instància". Els primers passos han de ser el suficientment fàcils per tal que el subjecte sigui capaç de donar-los correctament, per tal de ser reforçat i així poder progressar.
- Per Skinner la clau de qualsevol procés d'aprenentatge es troba en les variables que s'han de controlar. Per tant, per exemple, el significat del material dependrà del docent i de la seva habilitat per conduir el comportament al llarg del procés d'ensenyament.

Altres autors, també fan una valoració similar de l'aportació d'Skinner. Així Aparici (Aparici, 1989) assenyala que Travers coincideix en fer una valoració semblant, apuntant dos observacions que creiem que són importants:

- a) *En l'àmbit teòric:* referent al desenvolupament d'una tecnologia de l'ensenyament de la que es poguessin deduir programes d'intervenció, cosa que Skinner ho fa factible, mentre d'altres com William James no ho veia així.
- b) *En l'àmbit aplicat:* les màquines d'ensenyar són ideades en la dècada dels vint per Pressey, però és Skinner qui les impulsa, les treu del laboratori i aconsegueix que es converteixin en màquines d'instrucció.

Cal afegir, que si l'aportació de Skinner ha estat notable per la Tecnologia Educativa no s'ha d'ignorar que el conductisme va aglutinar a un grup molt nombrós i heterogeni d'investigadors als quals ara seria injust etiquetar-los amb un simple segell. Precisament, aquesta riquesa d'escoles conductistes és la que obre la possibilitat del cognitivisme i la seva pluralitat d'enfocaments.

Per exemple, Hull va ser dins d'aquest corrent, una figura tremendament rica en aportacions. Als anys vint, va fer una de les primeres investigacions temàtiques sobre formació de conceptes, que després aprofiten com a base de partida altres investigadors com Bruner, Goodnow i Austin (Bruner, Goodnow i Austin, 1956) per desenvolupar enfocaments cognitius sobre el mateix tema. De fet hi ha alguns treballs seus [com el dels caràcter xinesos, (Vega, 2001)] que van marcar directrius durant cinquanta anys.

Pel que fa a l'ensenyament programat, s'ha d'assenyalar el paper rellevant de Crowder, ja que la seva visió no és tan atomista com la d'Skinner i podem dir que la majoria de sistemes informàtics d'Ensenyament Assistit per Ordinador es basen en la seva línia de pensament. Al respecte Couffignal (1965), marca la diferència entre els dos autors:

"En els programes skinnerians, cada informació elemental aporta un element de coneixement suficientment senzill perquè la pregunta plantejada referent a això no contingui més que una resposta, l'explicació consisteix en una cadena, gairebé sempre reduïda a una paraula en els programes fins ara construïts. La pregunta plantejada generalment està redactada de manera que l'alumne pugui escriure la resposta en una frase "amb forats".

En els programes crowderians, cada informació elemental està seguida de diverses preguntes, generalment representades sota forma d'una llista de conseqüències possibles de la informació donada; la resposta de l'alumne consisteix en escollir la que ell estimi més correcta; si la conseqüència es eficientment correcta, se li presenta la següent informació, si no rep les explicacions necessàries i és expulsat de la llista de les possibles conseqüències"

Cal dir que, igual que hem parlat d'aquests dos autors conductistes a tall d'exemple podríem parlar de moltes altres aportacions que han repercutit en la Tecnologia Educativa en l'actualitat. Només hem volgut fer constància de l'efecte multiplicador que va tenir aquesta corrent.

2.1.3. La decadència del conductisme

"La Tecnologia Educativa «no està preguntant: com podem usar els objectius específics per a millorar l'ensenyança?», sinó està preguntant «quin és el paper dels objectius específics en el desenvolupament d'estructures cognitives en l'alumne?». No pregunta «com podem usar la Televisió educativa per massificar la Educació?» sinó «quins són els aspectes de la Televisió educativa que són més excel·lents i com podem integrar-los en un programa sistemàtic de desenvolupament educatiu?». No pregunta (o «no ha de») «com podem desenvolupar materials instruccionals rígids?» sinó «quina és la veritable naturalesa del procés d'aprenentatge en l'alumne i com es pot facilitar tal aprenentatge a través del disseny de les condicions d'aprenentatge?». Finalment no pregunta «com fer això per a un nivell promig d'alumnes?» sinó «com fer un programa que respongui a diferències individuals dels alumnes?»" (Chadwick, 1983, *Los actuales desafíos de la Tecnología Educativa*, 107)

Aquest text de Chadwick, Bartolomé (Bartolomé, 1988) el reproduïx literalment en el seu article per explicar el relleu del conductisme pel cognitivisme, des d'un punt de vista educatiu: es passa de preguntar-se per el mode d'ús a preguntar-se per la causa dels processos, i de parlar de les estratègies sobre grans grups (era un dels grans assoliments del conductisme) a centrar l'atenció en les diferències individuals.

De la mateixa manera també es pot apreciar en la cita com el conductisme intenta desenvolupar una instrucció que gira tota ella al voltant d'objectius específics i això li dona un segell massa reduccionista per encarar la riquesa que es desenvolupa en les últimes dècades. Per exemple, la seva dimensió associacionista no pot abraçar l'explicació dels processos mentals.

Per copsar el relleu del conductisme pel cognitivisme des de dins de la Psicologia de l'Aprenentatge, podem considerar tres factors fonamentals:

a) Insuficiència per explicar la realitat.

El conductisme s'havia establert en la primera meitat del segle XX com a paradigma científic que oferia una explicació coherent de la conducta (Yela, 1980). Però la clau d'aquesta coherència radicava en el reduccionisme d'explicar tota la conducta en termes d'estímul i resposta. Chomsky (Chomsky, 1959) assenyala que conductes tan intranscendents com parlar no podien ser explicades només basant-se en l'aprenentatge de respostes motores, sinó que exigien processos interns que excedien del marc conductista.

Altres crítiques al reduccionisme van partir de Shannon (Shannon, 1948), que va mostrar que les conductes comunicatives no podien ser explicades en termes de característiques físiques. I a aquestes observacions, cal sumar les relatives a l'observació de la conducta terminal per part de Travers (Travers, 1978) i Chadwick (Chadwick, 1983). També hi ha altres objeccions de caire més formal, com les de Bever, Fodor i Garret (Bever, Fodor i Garret, 1968).

Lakatos ja apuntava (tal com diu Pozo, 1989) que des d'un punt de vista dels paradigmes, com a criteri de relleu de les teories, la capacitat d'explicació de fets per part de la nova corrent que l'antiga no resolvia amb èxit.

b) Interpretació inadequada de l'evolucionisme.

El transfons del conductisme suposa el traspàs de qualitats d'espècies inferiors a espècies superiors. En aquest sentit, assumeix els postulats evolucionistes, però Vega (Vega, 2001) fa notar que, aquest fet comú en la psicologia científica, degenera en el que es diu fixisme:

"Donat el parentiu o tronc comú entre la espècie, Thorndike i els conductistes asseguren que les lleis de la conducta són universals i compartides per totes les espècies inclòs l'home. Això no implica naturalment que els repertoris conductuals siguin els mateixos en totes les espècies; però les diferències serien merament quantitatives, mentre que els principis conductuals serien comuns. Aquest plantejament fixista permet comprendre que durant dècades els psicòlegs experimentals investiguessin l'aprenentatge de

rates, gats, gossos o coloms, amb la pretensió de generalitzar els resultats i models al comportament humà (Pelechano, 1980). També explica perquè la psicologia comparada (l'estudi diferencial del comportament entre les espècies) va sofrir una paràlisi a partir de Thorndike." (Vega, 2001, 27)

El mateix autor cita a diferents autors (Hebb, 1949; Scheneirla, 1952; Lashley, 1949) com investigadors que donen cos a aquesta crítica sobre aquesta visió dins del camp de la psicologia de l'aprenentatge.

c) *Fragmentació epistemològica.*

Podem citar Suppe (Suppe, 1977) i Seoane (Seoane, 1980) com a representants de nous filòsofs de la ciència que propugnen un abandonament del positivisme lògic (corrent on s'inscriu el conductisme tal com ja hem dit). Vega (Vega, 2001) afegeix a aquest factor extern una vessant interna: la disgregació en escoles neoconductistes, heterogènies i freqüentment enfrontades.

Aquesta conjuntura desemboca en la tendència per part dels autors a estudiar els processos mentals i en l'ascensió del cognitivisme. Un fet puntual que recolza aquesta visió, tal com diu Linaza (Linaza, 1984) és que Bruner s'inicia en l'estudi del pensament agafant aportacions de conductistes com Hull (Hull, 1920), Smoke (Smoke, 1932) o Reed (Reed, 1946).

Tot i aquests fronts de decadència cal fer notar que, malgrat tot, mai s'ha de promoure una lectura simple del fet conductista o dels seus investigadors més importants, ja que la seva influència en visions de la ciència i la tecnologia en el present ha estat notable. Amb massa freqüència, succeeix que tendim a simplificar la història de la ciència i del pensament, tot col·locant etiquetes monocolors als autors basant-nos en alguna revisió dels seus escrits, sense de vegades no haver tingut accés als seus escrits originals o no tenir en compte el moment històric en que va manifestar les seves opinions².

2.1.4. Cognitivisme

"És important destacar que els conceptes no són construccions mentals arbitràries. Encara que observem notables diferències individuals i culturals en la categorització de la realitat, no sembla adequat parlar d'un relativisme conceptual. Els conceptes humans guarden cert grau de correspondència amb aquests conglomerats de propietats o atributs que constitueixen l'estructura correlacional del món." (Vega, 2001, *Introducción a la psicología cognitiva*, 384)

² Només cal llegir atentament Skinner per veure que és un autor visionari i avançat al seu temps, ja que en els seus escrits ja tractava de problemes de magnitud desconeguda en aquells temps: contaminació de l'ambient, esgotament dels recursos, superpoblació, ... a més de parlar i criticar aspectes de la societat de consum, el sistema polític americà, el sistema judicial, ... Ara bé, si ens basem només en altres estudis científics (podríem citar la famosa "caixa negra") arribaríem a pensar que es tractaria d'una persona exclusivament científica i desentesa dels problemes de la seva època.

Resoldre el problema de la formació de conceptes va ser un dels èxits dels pensadors cognitivistes, ja que es va encarar de forma diferent la teoria clàssica dels grecs, excessivament logocèntrica i psicològicament poc satisfactòria. D'una altra banda, el desenvolupament d'aquesta i d'altres línies d'investigació cognitiva han donat resultats molt convincents i que lliguen amb la concepció actual de l'educació.

Segons Vega (Vega, 2001), a més de la forta empenta inicial dels cognitivistes, s'han de destacar els factors sociològics que van contribuir a l'auge del moviment, a saber: el desenvolupament de la teoria de la comunicació, les ciències de l'ordinador, la psicolingüística i l'ergonomia. A més, el cognitivisme es veu reforçat des de camps molt diversos com la filosofia (Wittgenstein, 1953) o la lingüística (Chomsky, 1957)³.

Per una altra banda, a partir dels anys 50, el progrés de les teories del processament de la informació a Amèrica, conjuntament amb els estudis de Piaget a Europa, donen lloc a les concepcions cognitives de l'aprenentatge i del desenvolupament. Amb el treball dels cognitivistes es revaloritza la ment com a objecte d'estudi i es focalitza l'atenció en els estats i processos interns del individu durant el seu aprenentatge.

La conducta serà entesa com un resultat d'aquests processos mentals. En tant que l'estudi està constituït per fenòmens inobservables, la conducta és entesa com un índex a partir de la qual desenvolupar modelitzacions del funcionament de la ment:

“En el centre de la ciència cognitiva, tal com està concebuda, es troba la idea de que és possible construir models explícits, amb possibilitat de posar-los en pràctica, de processos psicològics complexos” (Newman, Griffin i Cole, 1991, 21).

De fet, una de les aportacions importants dels investigadors cognitivistes és la riquesa dels models per a l'aprenentatge. Tenint en compte que estem dins d'un treball sobre aprenentatge de continguts pràctics, caldrà estudiar i revisar els models més importants per tal de tenir clar com l'individu realitza aquest procés.

2.1.4.1. Models cognitivistes de l'aprenentatge

“La psicologia cognitiva s'ocupa d'estudiar com obtenim la informació sobre el món, com aquesta informació es codifica i es converteix en coneixements, com s'emmagatzema, i com s'utilitza aquest coneixement per dirigir la nostra atenció i la nostra conducta.” (Solso, 1979, *Cognitive Psychology*, 1)

Amb l'auge del cognitivisme, es desenvolupen una sèrie de models que analitzen la realització d'operacions cognitives i el processament de la informació en el procés d'aprenentatge. En aquest apartat veurem una mostra d'alguns dels models més

³ A més, hi ha altres camps com pugui ser la lògica difusa (Zadeh, 1965) que també tenen la seva aportació al moviment cognitivista.

coneguts per tal de fer-nos una idea clara del que proposen i que intenten ser una mostra de la varietat de subcorrents dins de l'enfocament cognitiu:

a) Aprenentatge centrat en el transfer de Voss

Voss (Voss, 1978) considera que la major part de l'aprenentatge cognitiu es produeix mitjançant el *transfer*, concepte que prové de la tradició de l'aprenentatge verbal. L'aprenentatge és una funció del grau de relació existent entre l'estructura de la informació entrant i l'estructura de la memòria de l'individu, és a dir, el procés d'instrucció s'ha de basar en l'adquisició per part de l'individu novell d'estructures similars a la de l'expert per tal d'aconseguir que assimili de la mateixa manera la informació relacionada amb l'àmbit d'estudi.

b) Aprenentatge complex de Norman

Norman (Norman, 1978) planteja un model en que la informació s'emmagatzema en forma de mòduls de coneixement, els quals són unitats organitzades, com imatges i esquemes. Cada mòdul pot contenir altres mòduls de coneixement, amb el que donen una organització superior al coneixement conceptual. Segons Norman hi ha tres maneres d'adquirir coneixement: acumulació, reestructuració i especialització; i poden funcionar tant de manera seqüencial com de forma simultània, i inclús amb predomini d'un o altre en diferents moment del procés de l'aprenentatge. Això és important de cara a l'adequació de la instrucció als diferents estadis d'adquisició del coneixement.

c) Aprenentatge psicosocial de McMillan

Integra diversos models psicològics generals per descriure una teoria psicosocial cognitiva de l'aprenentatge, amb una orientació expressa a ser aplicada en situacions escolars. El model és psicosocial perquè destaca la interacció entre alumnes, i cognitiu perquè assenyala la importància de la percepció, el significat dels estímuls i la manera diferenciada en que cada alumne pot interpretar i categoritzar els successos socials.

En aquest model, la conducta d'una persona en una situació determinada és una funció de les característiques individuals de la persona, les necessitats d'aquesta persona en aquella situació (que estableix el valor del reforç de les conductes potencials d'aquesta persona), i de la realimentació informativa que la persona rep de la conducta adequada en aquesta situació. Així, el model inclou els factors que influeixen en el procés de decisió entre les diferents conductes que potencialment pot adquirir l'alumne.

d) L'aproximació cognitivista a l'aprenentatge de Gagné

Tant Gros (Gros, 1997) com Coll i col·laboradors (Coll i col·laboradors, 1997) veuen en Gagné un autor que parteix d'idees conductistes per realitzar una transició cap a un enfocament cognitivista de l'aprenentatge. Tot i que amb algun recel, fan notar que l'aportació de Gagné és una de les més notables per a la provisió de pautes d'elaboració de software educatiu i per la Tecnologia Educativa en general, i per tant, per la teoria de l'aprenentatge.

El punt important que es destaca de Gagné és que proporciona esquemes que consideren tant les aportacions internes com les externes a l'aprenentatge. D'aquesta manera, el model de processament de la informació o el de les fases d'aprenentatge,

així com les aportacions prescriptives per al disseny instruccional, poden considerar-se precursoras de les teories constructivistes que tenen en comte la contextualització i que es desenvolupen en la dècada dels noranta.

e) La teoria de l'aprenentatge de Merrill.

Merrill desenvolupa la teoria de Gagné i aconseguix accentuar el seu aspecte prescriptiu orientat al disseny instruccional. Té diferents teories com la Teoria de la Presentació dels Components o la Teoria del Disseny dels Components⁴, les quals estan relacionades amb el disseny de sistemes informàtics d'instruccions.

2.1.4.2. Constructivisme

“Els estudiants no transfereixen el coneixement que prové del món exterior a la seva memòria, sinó que ells creen interpretacions del món basades en les seves experiències passades i les seves interaccions amb el món” (D. J. Cunningham, 1991, “Asserting Constructions and constructing assessments: a dialogue”. En *Educational Technology*, maig, 13-17, 13)

Dins dels corrents cognitivistes s'ha desenvolupat amb especial força el constructivisme, i per un motiu bàsic que la cita anterior ja deixa entreveure: la consideració de l'experiència i la seva interacció amb les estructures cognitives com mecanisme de construcció del coneixement. Així i tot, el constructivisme ha de ser vist, més com un marc de referència per incidir en els processos d'aprenentatge més que una teoria psicològica en si (Gros, 1997), la qual cosa li confereix un caràcter poc descriptiu.

Dins de la comunitat científica el fet del desenvolupament dels recursos tecnològics i multimèdia, ha ajudat a la seva acceptació, ja que el constructivisme proporciona el marc adequat per a l'ensenyament amb aquests suports (Aparici, Osuna i Busón, 1999); tot i així, s'ha de fer notar que l'aparició de l'enfocament constructivista, es remunta a abans de l'auge de les xarxes de comunicacions i tots els sistemes actuals. Podem veure alguns exemples:

- a) Els treballs de Quillian (Quillian, 1968), Oden (Oden, 1987) i Collins i Michalsky (Collins i Michalsky, 1989) aprofundeixen sobre la construcció de xarxes de conceptes i de les operacions que tenen lloc en les mateixes per a recuperar i produir nou coneixement. Aquests autors aporten resultats que avui en dia encara s'apliquen en el disseny de programes instruccionals i, a més, els acompanyen avalats per una experimentació rigorosa.
- b) També en la dècada dels vuitanta trobem els estudis de Hintzham (Hintzham, 1986), Rifkin (Rifkin, 1986), Chisholm (Chisholm, 1987) i Rebert (Rebert, 1989) sobre la flexibilitat del processament humà de la informació, que entronquen perfectament amb el constructivisme.

⁴ Aquesta segona teoria inclou la de la Transacció Instructiva

- c) Finalment, no deixen d'aparèixer autors que assenyalen que les concepcions constructivistes es troben ja en els clàssics. Boyle (Boyle, 1997) considera que Piaget és el primer gran psicòleg constructivista i que Vigotski afegeix el complement necessari per al desenvolupament de la corrent constructivista tal com l'entendem avui en dia.

Gros (Gros, 1997) analitza l'escissió constructivista a partir del cognitivisme (tipus de postures més o menys enfrontades, aportacions que pren el constructivisme d'altres corrents,...) i ofereix un esquema clarificador de les diferències entre les dues, el qual està reflectit en la següent taula 2.

ASPECTES DIFERENCIALS	CONSTRUCTIVISME	COGNITIVISME
Construcció de l'aprenentatge.	El coneixement es construeix a través de la experiència.	L'alumne necessita gran quantitat d'experiències per construir un model mental. Cada nova experiència pot modificar-lo.
Continguts d'aprenentatge.	No té importància la preespecificació de continguts. Per als constructivistes més radicals, no pot haver-hi construccions significatives si la informació rellevant està preespecificada.	L'aprenentatge és el resultat de continguts preespecificats en el coneixement de base. Per aconseguir una instrucció adequada, tant els objectes com l'estructura de coneixements s'han d'especificar.
Categories del coneixement i interpretació personal.	Cada alumne té un grup de comprensions, experiències i objectius personals sobre cada experiència d'aprenentatge. L'aprenentatge és una interpretació personal del món.	L'estructura de l'aprenentatge no és única per a cada subjecte, encara que si hi han diferències individuals respecte al contingut de l'estructura cognitiva.
Context de l'aprenentatge.	L'aprenentatge ha de succeir en contextos realistes. Els constructivistes radicals consideren que tan sols pot haver-hi aprenentatge si les activitats estan situades en el món real i no han de ser simplificades. En aquest sentit, les tasques han de ser "autèntiques". Aprenentatge per experiència.	Les tasques autèntiques són desitjables en la instrucció, per tant, ha d'haver-hi aprenentatges contextualitzats; però no es pot negar la possibilitat de simplificar i aïllar una determinada tasca del seu context particular per aconseguir una certa abstracció i poder posteriorment transferir generalitats. Aprenentatge per instrucció.
Estratègies d'aprenentatge.	Els resultats de l'aprenentatge són únics i no poden categoritzar-se en tipus. Les estratègies d'aprenentatge	Hi ha una certa especificitat de les estratègies, però existeix la possibilitat d'utilitzar "transaccions

	són específiques universals, els alumnes controlen la seva pròpia instrucció.	instructives” que són apropiades per promoure tipus particulars de models mentals.
Aprenentatge actiu i col·laboratiu.	L’alumne ha de ser actiu en el seu aprenentatge. La comprensió de les coses es sempre negociada amb els demés.	L’alumne té un paper actiu a l’interactuar amb el sistema instructiu. L’aprenentatge col·laboratiu és important, però no sempre ha d’haver-hi negociació per adquirir-lo.
Avaluació.	L’aprenentatge no pot ser descontextualitzat i, per tant, l’avaluació tampoc. Per avaluar s’ha d’observar l’actuació dels alumnes en el context d’activitats autèntiques.	L’avaluació hauria de ser més integrada, però també ha de ser possible l’avaluació en situacions d’abstracció (descontextualització).

Taula 2: Diferències teòriques entre la teoria cognitiva i la teoria constructivista. Gros (1997, 87)

Per conèixer els treballs de desenvolupament del constructivisme en entorns educatius, hi ha diversos estudis teòric-experimentals en la seva majoria provinent de l’entorn anglosaxó⁵. Destaquem algunes publicacions rellevants:

- a) Jonnassen (Jonnassen, 1991): disposa d’un bon nombre de principis de disseny comentats i analitzats, resultants de l’estudi de diversos entorns d’aprenentatge elaborats per educadors i psicòlegs cognitivistes.
- b) Jonnassen (Jonnassen, 1994): ofereix una elaboració posterior d’aquests diferents principis en forma d’*implicacions constructivistes per al disseny instructiu*.
- c) Wilson i Cole (Wilson i Cole, 1991): realitza la descripció de models d’ensenyança basats en l’enfocament constructivista.
- d) Ernest (Ernest, 1995): fa referència a un estudi que descriu les diferents escoles de pensament constructiu i analitza les implicacions que es deriven des de les perspectives psicològiques i socials.
- e) Honeiben (Honeiben, 1996): analitza els objectius a complir pels entorns constructivistes d’aprenentatge.
- f) Nó i Ortega (Nó i Ortega, 1999): plantegen una revisió recent sobre l’estat de la qüestió, la validesa dels suposats teòrics i l’aplicació a entorns d’aprenentatge basats en noves tecnologies (en particular, hipertextos). En aquest text, la

⁵ Cal pensar que aquests investigadors es beneficien d’una situació cultural i idiomàtica preferent (que provoca una major difusió dels resultats), a més de que en aquests països la inversió en Tecnologia Educativa ha estat molt forta.

conclusió que es pot treure és que encara queda molt treball per fer aplicacions amb un bon rendiment constatable en el camp instructiu i que, d'altra banda, no es poden negar les possibilitats educatives que ofereixen els sistemes moderns hipermèdia.

2.1.4.3. Interacció social i cognició: discussió de fonaments

" Una altra referència d'utilitat per a una fonamentació teòrica de la Tecnologia Educativa i les seves aplicacions és la denominada teoria sociocultural. El seu punt de partida és considerar l'origen social dels processos mentals humans i el paper del llenguatge i de la cultura com mediadors necessaris en la construcció i la interpretació dels significats socials. La seva contribució representa a la meua manera d'entendre una renovació de les bases psicològiques de la Tecnologia Educativa. Es tracta d'una perspectiva interdisciplinari en la que trobem aportacions provinents del camp de la psicologia constructivista (Vigotski, Piaget); la lingüística (Bajtín); o la antropologia (Giddens), sent alguns dels seus constructors referits a la mediació, les eines culturals, o la relació llenguatge-pensament, de gran utilitat per a un millor coneixement dels processos d'aprenentatge mitjançant procediments tecnològics." (Juan de Pablos, 1998, *Seis propuestas para el debate*, 3)

La inquietud per un aprofundiment en aquest camp no solament es manifesta en els investigadors de les *VI Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa*, sinó que també s'ha reiterat en autors com Pozo (Pozo, 1997) o Boyle (Boyle, 1997).

Diverses estratègies d'intervenció de la Tecnologia Educativa preveuen l'ús compartit de mitjans. La novetat de la posada en pràctica d'aquests dissenys és la creació d'entorns d'aprenentatge distribuïts. A més, es pretén aplicar aquests esquemes a nivells inferiors del sistema educatiu.

Pablos (Pablos, 1998) fa un recorregut sobre com ha evolucionat el tema de la interacció social i la cognició, centrant-se en les bases que proporcionen dos dels autors més prolífics: Piaget i Vigotski.

En el marc de la Psicologia de l'Aprenentatge es pot parlar d'un enfocament teòric que considera a "la interacció educativa com el lloc propi de l'activitat constructiva que constitueix el canvi cognitiu" (Newman, Griffin i Cole, 1991, 22). Aquest enfocament ha rebut crítiques per la disparitat de propostes metodològiques; ara bé, es defensa l'existència d'un supòsit epistemològic comú dins el corrent constructivista (Pozo, 1997).

En aquesta, s'ha de recalcar dos eixos pel discurs: el desenvolupament individual i la socialització. Inicialment es pot parlar d'una incorporació del pensament de Piaget per part de la psicologia americana i el seu enfocament, per tant, ha estat individualista (Rogoff, 1993). Posteriorment la incorporació del pensament de Vigotski fa que es tingui en compte la importància de la interacció social.

Piaget i l'Escola de Ginebra, van orientar l'estudi del subjecte sota un enfocament individualista de la Psicologia Cognitiva-Constructivista. Això no vol dir que no tingués en consideració el desenvolupament social i el seu paper en el desenvolupament individual (Piaget, 1986 i 1993), però aquest enfocament va ser vist per alguns autors com excessivament tímid.

Bruner i Marks (Bruner i Marks, 1966), si bé destaquen a Piaget per ser qui va elaborar una explicació més completa del desenvolupament cognitiu, critiquen que ho hagi basat únicament en experiments en els que l'únic que variava era l'edat dels individus, mantenint constant la procedència social i cultural. El factor social s'ha tingut en compte, però ha jugat un paper secundari:

"Piaget sempre ha afirmat que la coordinació d'operacions en l'individu no es diferencia teòricament de la coordinació d'accions entre individus. La cooperació social apareix amb la resta d'operacions (Piaget, 1932), fruit de la coordinació d'accions i operacions entre individus. Però amb l'excepció d'aquest primer treball sobre jocs infantils i el capítol sobre Sociologia de la seva Epistemologia Genètica (Piaget, 1950), són molt escasses les al·lusions directes a l'evolució d'aquesta cooperació social." (Linaza, 1989, 28)

D'una manera semblant es pronuncien Carretero (Carretero 1993), Martí (Martí 1994) i Echeita (Echeita, 1988), els quals afegeixen que Vigotski, en canvi, sí que concep a l'individu com un ser eminentment social i al coneixement com un producte social, l'origen del qual està en les relacions socials que l'individu interioritza:

"En el desenvolupament cultural de l'individu tota funció apareix dues vegades: primer, a nivell social i més tard, a nivell individual; primer entre persones (inter-psicològica), i després en l'interior del propi individu (intra-psicològica)." (Vigotski, 1979, 94)

La concepció de la interiorització del coneixement dona peu precisament a Vigotski, a desenvolupar el concepte de la Zona de Desenvolupament Pròxim (ZDP)⁶, concepte que es converteix en fonamental per les teories d'aprenentatge cooperatiu que vindran en el futur (Cabero, 1991; Brown, Collins i Duguid, 1989; Collins, Brown i Newman, 1989). En aquest treball, la ZDP ens serà de molta utilitat per poder estudiar i aprofundir en la remodelació de continguts i pràctiques per teleformació.

Aquest concepte va servir en el seu temps perquè molts autors observessin una oposició entre les teories de Piaget i les de Vigotski, en lloc de tractar la seva complementaritat. Això va provocar que s'obrissin en l'Escola de Ginebra línies d'investigació en pro de fer-les compatibles (Echeita, 1988). Actualment aquest debat està superat segons l'opinió de diversos autors (Rogoff, 1993; Martí, 1994; Lacasa i Herranz, 1995) i segons es pronuncien investigadors seguidors de Piaget:

⁶ Aquest concepte ja ha estat definit en el capítol primer, però per la seva importància, serà tractat i estudiat més àmpliament en apartats posteriors.

" Aquesta comprensió errònia de la posició de Piaget es deu probablement a la seva reacció contra el que ell va denominar a principi dels seixanta el «problema americà»; referint-se, evidentment, al debat suscitat en la conferència de Woods Hole: si és cert que els nivells de comprensió adquirits pels nens es desenvolupen amb tanta lentitud; com podem fer que es desenvolupin més ràpidament? Va ser potser la broma sense mala intenció de Piaget sobre el «problema americà»; la qual va dur a l'errònia interpretació de que no creia que pogués fer-se res per accelerar el desenvolupament. Però de fet no era això el que ell volia dir. Només pretenia posar en dubte les raons que hi havia per fer-ho. Uns anys més tard va assenyalar que per ell el problema no residia en com de ràpid puguem fer créixer a la intel·ligència sinó en com de lluny que puguem arribar a fer-la créixer." (Duckworth, 1981, 168)⁷

Per completar aquesta discussió, hem de reconèixer en Bruner a un dels principals precursors i promotors d'aquesta integració, al que Linaza (Linaza, 1989, 27) assenyala com "un gran amfitrió, entre els psicòlegs i educadors anglosaxons, tant de Vigotski com de Piaget", malgrat el seu apropament i distanciament sobre tot d'aquest últim, cosa que queda patent en les cites següents:

"L'obra de Piaget per una banda, i el seu creixent interès pels problemes del pensament i el seu desenvolupament, duu a Bruner a ocupar-se de l'educació (...) Però, al mateix temps, insisteix en la importància de la instrucció, de la manera en què el mestre presenta al nen allò que ha d'aprendre, i de l'aprenentatge com a procés que pugui accelerar aquest mateix desenvolupament cognitiu. En aquest aspecte Bruner està més a prop de Vigotski que de Piaget i les seves discrepàncies veurem que han estat grans." (Linaza, 1989, 13)

"... la diferència d'actitud que adoptava segons que les crítiques fossin fetes des del marc de la seva pròpia teoria o constituïssin una posada en dubte del sistema en el seu conjunt. En el primer cas Piaget participa amb tot l'escalfor en la discussió, mostrant la seva capacitat per assimilar quants arguments se li enfrontin. En frase del propi Bruner: "Ingerix tot el que li ofereix per acabar més piagetian que mai". Però si la crítica es refereix al marc general de la teoria, l'aparta sense cap tipus de mirament" (Linaza, 1989, 17)

⁷ Respecte a la "pregunta americana" s'ha d'assenyalar una cita de Linaza que puntualitza adequadament l'aportació de Bruner: "Existeix un cert mite negatiu en torn a Bruner, personalitzant en ell allò que Piaget denominà *la pregunta americana*, és a dir, l'afany per accelerar contínuament el desenvolupament infantil de manera que els nens poguessin arribar a nivells cada vegada superiors d'aquest desenvolupament a edats sempre inferiors. (...) En nombrosos escrits de Piaget i d'altres autors es reproduceix la ja famosa frase de Bruner "*es pot ensenyar qualsevol matèria a qualsevol nen en qualsevol edat si es fa de forma honesta*" (Bruner, 1960, 3). I es fa d'ella una espècie de prototip de la postura ambientalista radical, a la qual s'oposaria una concepció constructivista del desenvolupament humà. No obstant això, ens sembla tan incorrecta aquesta interpretació de la posició de Bruner com la de qui veu en Piaget a un simple biologicista o maduracionista pel sol fet d'haver insistit en l'existència d'*etapes* en el curs del desenvolupament." (Linaza, 1989, 18)

Segons el mateix autor, a més d'aquest paper fusionador de les dues teories, a Bruner li correspon un paper d'extrema rellevància per introduir el fet cultural en l'esquema constructivista i, prova d'això, és la seva influència en els autors actuals, inclosa la pròpia Escola de Ginebra. Assenyala també, que li correspon el millor desenvolupament del concepte de Zona de Desenvolupament Pròxim de Vigostski, afegint-hi els termes de forma de representació i *bastida*⁸.

Bruner és doncs un gran precursor de les idees que sustenten teòricament la formació en comunitats virtuals d'aprenentatge, ja que:

- revaloritza el paper docent com a mitjancer entre la cultura i l'individu (Feirstein, 1999),
- el seu concepte de format és especialment important com a relació social orientada a l'aprenentatge i de caràcter sistemàtic (Palacios, 1988),
- Edwards i Mercer (Edwards i Mercer, 1988) es recolzen en ell per l'anàlisi del coneixement compartit en comunitats d'aprenentatge i per considerar els aspectes culturals del mateix⁹,
- aprofundeix en la formació de conceptes i processos d'abstracció a partir de la presentació d'estímul (Bruner, Goodnow i Austin, 1956) i
- estudia el factor cultural-lingüístic en l'aprenentatge (Bruner i Marks, 1966).

Aquestes idees referents a la construcció dels nous coneixements entroncarien directament amb el concepte *d'aprenentatge significatiu*. Segons Ausubel (Ausubel, 1973) per tal que es doni aquest aprenentatge és necessari que el material presentat estigui organitzat de forma lògica i que l'alumne tingui idees inclusores, és a dir, idees amb les quals el nou material pugui ser relacionat. L'aprenentatge és fruit d'una construcció individual, la qual cosa no és en absolut incompatible amb la idea d'Ausubel de que la major part dels significats es reben i no pas es descobreixen. Pozo (Pozo, 1987) assenyala que precisament l'aprenentatge significatiu és la via per la qual les persones assimilen conceptes de la seva cultura, i això el relaciona directament amb Vigostki.

Fins aquí hem vist les aportacions inicials que s'han de considerar per tractar l'aprenentatge en entorns col·laboratius, sobre tot en etapes en que sigui molt important considerar els enfocaments evolutius. Veiem ara quina és la situació actual.

2.1.5. Vers l'etapa actual

"En l'actualitat, doncs, la teoria general d'aprenentatge no és més que una aspiració,

⁸ Aquests conceptes, que Bruner va estudiar molt fortament, seran ampliat en els propers apartats pel seu interès, ja que estan molt lligats amb la ZDP.

⁹ A tall d'exemple, serveixi la cita dels autors i basada en conceptes de Bruner, extreta d'un context sobre aprenentatge en la comunitat: "l'essència del procés (de traspàs) consisteix en que els alumnes no estiguin sempre recolzats per la bastida d'ajuda dels adults sinó que arribin a prendre el control per ells mateixos del procés" (Edwards i Mercer, 1988, 37)

a vegades adormida, en la ment dels psicòlegs" (L. Jañez, 1983, "Teoría del Aprendizaje y Tecnología Educativa", Ponència del I Congreso de Tecnología Educativa de Madrid)

Si bé alguns autors consideren el cognitivisme com el paradigma de l'actualitat, és aventurat parlar d'un relleu complert del conductisme per una raó fonamental: el cognitivisme conserva en gran mesura el rigor metodològic del conductisme en el procés d'obtenció d'informació (Pozo, 1989).

El cognitivisme, a més, s'ha especialitzat en solucionar problemes concrets elaborant teories *ad hoc* que són les que han permès establir principis d'aprenentatge fonamentats empíricament. L'aplicació d'aquests principis a les situacions instruccionals és competència de la Tecnologia Educativa (Salinas, 1991). Tot i així, aquest mateix autor i d'altres (Bartolomé, 1988), en consonància amb la cita que obre aquest apartat, observaven a principis de la dècada dels noranta que no es disposava d'una Teoria general de l'Aprenentatge.

Tal i com assenyala Rouet (Rouet, 1988), s'ha intentat proporcionar una teoria general de l'aprenentatge basat en l'ús d'hipertextos. Spiro i col·laboradors (Spiro, Feltovich, Jacobson i Coulson, 1991) han desenvolupat la Teoria General de la Flexibilitat Cognitiva, que es recolza en l'analogia consistent entre àrees complexes de coneixement i la seva metàfora del "paisatge físic" (he de visitar un lloc varies vegades per familiaritzar-nos amb ell i tenir una visió global del mateix). Al respecte es poden plantejar dues objeccions:

- El model és excessivament dependent d'un recurs tecnològic: el format hipertextual.
- El model de les visites successives recorda els models de les forces del traç per a la formació de conceptes, els quals inicialment van ser temptadors en molts aspectes però van presentar dificultats per la seva validació experimental.

Al respecte, és oportú assenyalar tres opinions de pedagogs sobre les relacions entre la Psicologia de l'Aprenentatge i la Tecnologia Educativa:

- Sarramona (Sarramona, 1984) fa una lectura utilitarista per l'educació del treball dels psicòlegs, amb la qual cosa assenyala que l'aportació més productiva prové de la síntesi entre l'estudi dels mecanismes mentals de l'aprenentatge i la necessitat de concretar els objectius desitjats.
- Pérez Gómez (Pérez Gómez, 1989) fa una lectura més rigorosa des del punt de vista científic, però amb un transfons similar: l'important no és tant la Teoria de l'Aprenentatge com la lectura didàctica dels seus principis.
- Gros (Gros, 1997), coincideix amb l'anterior i afegeix que els models didàctics es construeixen agafant aquells aspectes oportuns de diferents teories de l'aprenentatge segons marquen diverses variables contextuais.

Per a Pérez Gómez, a més, una Teoria General de l'Aprenentatge tal com s'entén avui en dia pot ser que no sigui satisfactòria, ja que:

"Tots aquests processos i fenòmens no troben fàcilment una explicació satisfactòria dins d'una teoria general de l'aprenentatge. Pel contrari, com veurem a continuació, la dificultat d'abraçar-los en la seva complexitat i riquesa d'una forma unitària dóna lloc a la proliferació de perspectives i punts de vista parcials (...)

Serà necessari afrontar les relacions entre el desenvolupament i l'aprenentatge. Així doncs, en definitiva, els processos d'aprenentatge des de la perspectiva didàctica són processos instrumentals per a la configuració d'un desenvolupament satisfactori de les capacitats cognitives." (Pérez Gómez, 1989, 10)

No podríem fer una revisió acurada sobre la situació actual de la Psicologia de l'Aprenentatge i la seva influència en la Tecnologia Educativa sense tenir presents les reminiscències conductistes en la Tecnologia Educativa d'avui en dia, el problema plantejat al cognitivisme per un nou humanisme emergent i l'actitud dels investigadors en Tecnologia Educativa en front de la insuficiència de les teories de l'aprenentatge.

2.1.5.1. Les reminiscències conductistes en la Tecnologia Educativa d'avui en dia

Va ser molt il·lustrativa la intervenció de Loscertales (Loscertales, 1999) en el congrés *Eduotec* a Sevilla, per reclamar una postura epistemològica més sincera, en que la teoria i la pràctica no entressin en contradicció. Aquesta investigadora es va referir, en particular, al contrasentit de mantenir pronunciaments teòrics de tipus cognitivista, mentre que es desenvolupaven programes d'intervenció conductistes.

Seguint la seva indicació, en aquest text hem volgut realitzar una descripció actual de la intervenció en Tecnologia Educativa, per desvetllar en quins aspectes podem subscriure la opinió d'aquesta autora. Hi ha acord amb els investigadors en assenyalar tres fonts conductistes:

1. La influència sobre les aplicacions multimèdia per a la formació.

A pesar del desenvolupament dels recursos multimèdia, es pot dir que les aplicacions educatives actuals incorporen gran quantitat d'elements conductistes i, de fet, l'enfocament constructivista encara està per desenvolupar (Aparici, 1998). Bartolomé (Bartolomé, 1999) també assenyala que la producció de sistemes tutorials multimèdia es basen en els programes d'Ensenyança Assistida per Ordinador (EAO), hereus directes de l'ensenyança programada de Skinner.

Altres autors destaquen també aquest aspecte:

"El model d'EAO predominant està basat en la llei de l'efecte conductista. L'EAO en un principi pren les estructures de

l'Ensenyança Programada. S'utilitza l'ordinador amb la finalitat de facilitar l'aprenentatge. L'estudiant dialoga de forma convencional amb l'ordinador. La idea bàsica és que l'alumne pugui aprendre alguna cosa que un altra persona ha preparat perquè aprengui." (Gallego, 1996, 99)

2. La influència en sistemes d'ensenyament a distància.

L'anàlisi de les habilitats i exercitació que fa Skinner, juntament amb l'enfocament a objectius, és limitat per explicar els processos d'ensenyament-aprenentatge. Ara bé, és molt útil per aplicar-lo a sistemes d'ensenyança a distància i, en especial, fa uns quants anys quan es disposava de mitjans limitats, incapços de transmetre informació multimèdia.

Al respecte, Aparici (Aparici, 1998) reproduïx en el seu projecte docent la següent taula en la que evidencia l'autosuficiència en relació a la comunicació bidireccional del model conductista.

Èmfasi			
Model	Material escrit	Comunicació Bidireccional	Necessitat de telèfon Contacte presencial
Skinner	*** ¹⁰	*	() ¹¹
Rothkopf	***	*	*
Ausubel	***	*	*
Egan	**	**	*
Bruner	**	**	**
Rogers	*	***	***

Taula 3: Teories d'aprenentatge aplicades a l'ensenyança a distància. Font: Baath, J. A. (1979): *Correspondence Education in the Light of a Number of Contemporary Teaching Models*. Malmö, LiberHermods, 110.

3. La investigació en intel·ligència artificial.

"També va estar en el laboratori de psicologia on va conèixer al mateix Burrhus Frederic Skinner, amb el qual va treballar algun temps ajudant-li en el disseny i creació de màquines per als seus experiments. Minsky es va inspirar en Skinner per a gestar la seva primera idea "oficial" sobre intel·ligència artificial, la seva Xarxa Neuronal." (AAVV, 1999, 3)

¹⁰ El significat dels símbols és el següent:

*** = èmfasi o necessitats elevades.
 ** = èmfasi o necessitats moderades.
 * = èmfasi o necessitats baixes.

¹¹ Indica que no hi ha necessitat per objectius de domini cognitiu (encara que pugui ser necessari en objectius de domini psicomotriu).

El que explica aquest text es podia haver quedat en una simple anècdota si no fos perquè efectivament el desenvolupament de *simuladors de vida* es basen en supòsits conductistes. El camp de la intel·ligència artificial ha desenvolupat una investigació denominada vida artificial que construeix aplicacions informàtiques que imiten els comportaments de les espècies vives.

Aquesta línia d'investigació persegueix entendre els mecanismes de la intel·ligència biològica, per la qual cosa està rellegant des de l'enginyeria els supòsits darwinistes d'adaptació i evolució, conjuntament amb l'associacionisme i la teoria del condicionament.

2.1.5.2. Entre el conductisme i el cognitivisme

Vist el pes del conductisme en el desplegament de la Tecnologia Educativa, s'han de considerar les tendències cognitivo-conductuals en diferents camps de la psicologia que han aparegut per donar resposta als nous reptes que planteja el progrés científic.

La postura d'adscriure's a enfocaments cognitivistes que es recolzen en concepcions conductistes sembla estendre's en les investigacions sobre diferències individuals. Aquest és el cas de Mulhern (Mulhern, 1997), que assenyala que el conductisme repercuteix en la psicologia de la personalitat, en la psicometria i, en general, en altres branques en les que els enfocaments de "caixa negra" proporcionen una bona base per analitzar la reacció de l'usuari i treure conclusions.

Aquest mateix autor pensa també que el conductisme és un bon assistent dins d'enfocaments cognitivistes. Arribat aquest punt, potser caldrà rellegir a Skinner, Crowder, Hull i d'altres clàssics per poder reedificar un cognitivisme més sòlid i capaç de respondre als nous reptes. I, per exemple, descobrir que el primer d'ells, lluny de ser un científic quadriculat que ho solucionava tot a cop de màquina, es preocupava pel problema humà de la formació i sentia un cert rebuig per les facetes més repetitives de la pràctica instructiva:

"La mestra pot començar a funcionar, no fent les vegades d'una simple màquina, sinó mitjançant contactes intel·lectuals, culturals i emocionals, d'aquest tipus distintiu que dona testimoni del seu caràcter d'ésser humà." (Skinner, 1973, 27)

En canvi, crida l'atenció que des de suposats cognitivistes, Bates (Bates, 1995) proposi models de comunitats d'aprenentatge exclusivament tecnicistes, en les que el formador no té cap rol (és a dir, funcionen automàticament, no hi ha formador).

Per fortuna, aquest excés d'optimisme i fe excessiva en una societat futura tecnificada i automatitzada, pot contrastar-se encara des de l'educació amb aportacions com la de Tejada (Tejada, 1997), qui ens recorda que el formador no està al marge de la dinàmica del grup, sinó que en forma part de la mateixa. Per tant, des del moment que parlem d'una comunitat d'aprenentatge sense formador estem, com a mínim, parlant d'una comunitat formativament empobrida, en haver-ne suprimit un dels seus components

fonamentals. Caldrà buscar camins per intentar reduir al mínim aquest possible empobriment quan encarem sistemes de teleformació.

2.1.5.3. L'actitud dels investigadors en Tecnologia Educativa en front la insuficiència de les teories de l'aprenentatge

Ja s'ha assenyalat repetidament, que com a conseqüència de certa confusió, es poden observar a tecnòlegs educatius que realitzen aportacions cognitivistes mentre que presenten aplicacions multimèdia absolutament conductistes. Es parla del conductisme com si es tractés d'una espècie extingida quan, com ja hem vist, la presència en la Tecnologia Educativa actual es força gran.

Pérez Gómez (Pérez Gómez, 1989) ens diu que justament el conductisme, des de la perspectiva didàctica, és el moviment que ha tingut més incidència i adverteix del perill de construir una didàctica que es basi exclusivament en aquesta aportació. Cal indicar tal com diu (Pérez Gómez, 1989, 30): “una didàctica d'objectius immediats pot ser una didàctica miop, ja que l'acumulació i fixació operacional a curt termini no té perquè ser necessàriament formativa”.

Bartolomé (Bartolomé, 1999) reclama el seu ús amb el mateix argument que Skinner (per alliberar al professor de tasques repetitives) i indica que en el nostre estat pot ser que encara estem en una etapa pre-conductista:

"Es tracta d'alguna cosa tan senzilla com recordar que, efectivament, aquests programes han estat massa utilitzats... als Estats Units, però no a Espanya" (Bartolomé, 1999, 126)

Aquest autor argumenta, en definitiva, que els programes d'exercitació responen a la necessitat d'aprendre tasques específiques simples, que efectivament aconsegueixen que s'aprenquin i assenyalen l'enriquiment dels mateixos gràcies a les tècniques multimèdia.

D'altra banda, Cabero (Cabero, 1991) requereix a Skinner (Skinner, 1988) per obtenir dades sobre les actituds dels alumnes en front dels ordinadors i la seva relació amb el rendiment. Amb tot això, entre els investigadors que més o menys podem inscriure en aquesta àrea (l'ensenyament programat), s'observa una postura més o menys conscient del que hem dit fins aquí i hom recorre a la Psicologia de l'Aprenentatge com un calaix de sastre de recursos i enfocaments.

En consonància amb aquesta postura, és fàcil trobar en publicacions de l'àrea, esquemes i taules descriptives sobre els corrents teòrics de l'aprenentatge, amb la missió d'ajudar a situar amb perspectiva les diferents aportacions.

En el capítol anterior, en la taula 1, ja es va veure una descripció de les diferents corrents en la psicologia de l'aprenentatge. De fet, la majoria de teories que es veuen en aquella taula (i que han sortit reiteradament en els apartats previs d'aquest capítol) seran estudiats posteriorment més àmpliament perquè ens fem una idea més acurada del que signifiquen cada una de les teories de l'aprenentatge i que aporten cada una d'elles al tema a estudi.

Afegim també una altra taula (taula 4), on podem veure quina és la concepció d'aprenentatge constructivista comparada amb una concepció que podem titllar de més tradicional. A aquesta tendència constructivista és cap a on s'encamina tot el món de la teleformació, sense deixar de banda com ja hem dit algunes idees o formes conductistes.

	CONCEPCIÓ TRADICIONAL	CONCEPCIÓ CONSTRUCTIVA
Concepció de l'aprenentatge:	Associativa. Aprenentatge abstracte verbal. Passiva ("emplenar un dipòsit").	Cognitiva. Capacitat de resolució de problemes. Activa (construcció de significat).
Té lloc:	"Dins del cap".	Canvi conceptual possible gràcies a la interacció amb el context: Aplicació de conceptes. Confrontació social.
Naturalesa de l'aprenentatge:	General (s'espera que la generalització es produirà espontàniament).	Situat (estimulat per demandes ambientals). Han de treballar-se els contextos de generalització (contextos, activitats).
Paper del professor:	Transmetre coneixement.	Facilitar la construcció del coneixement per part de l'alumne: Proposant experiències d'aprenentatge. Actuant com a model. Guiant la reflexió sobre experiències d'aprenentatge.
Activitats d'aprenentatge:	Comunicació unidireccional, oral o escrita: lliçons magistrals, lectures. Pràctica i repetició.	Activitats diverses que cobreixen les diferents activitats típiques d'un domini. Diàleg individualitzat sobre experiències d'aprenentatge.

Taula 4: Vizcarro i León (1998, 200). Quadre comparatiu entre les concepcions tradicional i constructivista de l'aprenentatge.

Com a punt i final de l'estudi dels principals corrents i aportacions de la psicologia de l'aprenentatge, hem de dir que com hem pogut observar, hem estudiat en profunditat aspectes cognitius i la seva aplicació a la Tecnologia Educativa, però sempre amb respecte i sense oblidar les aportacions conductistes i el seu paper fonamental en la Psicologia de l'Aprenentatge.

Des del punt de vista conductista, hem promogut una visió no simplista de percepció d'aquest moviment, assenyalant la seva influència important en visions de la ciència i la tecnologia en els diferents pensadors moderns.

Des del punt de vista cognitiu, hem fugit dels models cognitius que pequen d'un excés de psicologisme, i en conseqüència, estableixen solucions reduccionistes que s'etiqueten com "entorns d'aprenentatge".

En apartats posteriors d'aquest treball, avançarem en l'estudi de models cognitius, estudiarem els seus principals pensadors (dels quals puntualment ja hem citat algunes de les seves idees en aquests últims apartats), així com estudiarem amb més profunditat les principals Teories de l'Aprenentatge que aporten cada un d'ells i com poden ajudar-nos en el nostre estudi (bàsicament els que podem veure a la taula 1 del primer capítol: Gagné, Bruner, Vigostki...).

Fins aquí de moment, només hem posat les bases de referència per entendre els estudis i discussions que realitzarem posteriorment sobre la Teoria de l'Aprenentatge i com ens influiran en el nostre treball.

2.2. L'Aprenentatge per descobriment: enfocament clàssic

2.2.1. Bruner

“La cultura dona forma a la ment, que ens aporta la caixa d'eines a través de la qual construïm no només els nostres móns sinó les nostres pròpies concepcions de nosaltres mateixos i els nostres poders" (Bruner, 1997, *L'educació, porta de la cultura*, 12)

Bruner va donar un fort impuls a la psicologia cognitiva. Planteja la seva Teoria de la Categorització en la que coincideix amb Vigotski en ressaltar el paper essencial de tot procés d'aprenentatge. Tot i això, Bruner afegeix a l'activitat guiada o intervinguda de Vigotski, que la condició indispensable per aprendre una informació de manera significativa, és tenir l'experiència personal de descobrir-la.

L'aprenentatge no és quelcom que esdevé a l'individu sinó que és quelcom que ell fa que esdevingui en manejar i utilitzar la informació. La conducta, per tant, no és quelcom provocat per un estímul sinó que és una activitat complexa que implica fonamentalment tres processos:

- a) adquisició d'informació
- b) transformació d'informació (actuant sobre la informació, és a dir, codificant i categoritzant)
- c) avaluació d'informació

Les situacions s'han de presentar com a reptes constants que impulsin la persona a resoldre problemes i a la transferència de l'aprenentatge perquè si el material presentat no l'interessa no el codificarà, no el transformarà i no ho aprendrà

Els principis de Bruner són els següents:

- no hi ha dos subjectes iguals
- no hi ha dos esdeveniments iguals
- la capacitat per poder distingir els objectes o els esdeveniments s'anomena categorització
- tota conducta implica categorització en base a la personalitat del subjecte
- l'aprenentatge implica categorització i per tant, adquisició de conceptes. Categoritzar és classificar els estímuls a partir de les seves semblances. Les categories permeten: reduir la complexitat de la realitat, identificar els objectes, reduir la necessitat d'aprenentatge constant, ordenar i relacionar esdeveniments i proporcionar direcció a les accions.

Per tal que això es compleixi, els alumnes, quan sigui possible en funció de la seva maduració, han de representar els continguts segons diferents categories o formes:

- *Enactiva*: representació de la informació es pot fer mitjançant un conjunt d'operacions motores o accions apropiades per aconseguir cert resultat.
- *Iconic*: representació de la informació mitjançant una sèrie d'imatges mentals o gràfiques sense moviment, més o menys complexes, basades en dades percebudes o imaginades que representen un concepte sense definir-lo en la seva totalitat.
- *Simbòlica*: representació de la informació mitjançant una sèrie de proposicions lògiques derivades d'un sistema simbòlic governat per regles o lleis per transformar les preposicions és a dir, el llenguatge.

Bruner planteja que els professors haurien de variar les seves estratègies metodològiques d'acord amb l'estat d'evolució i desenvolupament dels alumnes. Així, dir que un concepte no es pot ensenyar perquè els alumnes no l'entendrien, és dir que no l'entenen com volen explicar-lo els professors.

Per tant, les matèries noves haurien, en general, ensenyar-se primer a través de l'acció, avançar després a través del nivell icònic, cadascun en el moment adequat de desenvolupament de l'alumne, per poder abordar-les al final en el nivell simbòlic. En el fons, convé passar un període de coneixement "no-verbal"; és a dir, primer descobrir i captar el concepte, i després donar-li el nom. D'aquesta manera es fa avançar l'aprenentatge de manera continuada en forma cíclica o en espiral. Es refereix a això una coneguda frase de Bruner:

"Qualsevol matèria pot ser ensenyada eficaçment d'alguna forma honradament intel·lectual a qualsevol nen en qualsevol fase del seu desenvolupament".

A més d'aquesta característica en espiral o recurrència, amb la finalitat de reprendre permanentment i aprofundir en els nuclis bàsics de cada matèria, l'aprenentatge ha de fer-se de forma activa i constructiva, per "descobriment", per tant és fonamental que l'alumne aprengui a aprendre. El professor actua com guia de l'alumne i poc a poc va retirant aquestes ajudes (bastides) fins que l'alumne pot actuar cada vegada amb un major grau d'independència i autonomia.

Bruner (1997) en el primer capítol del seu llibre "L'educació, porta de la cultura", "Cultura, ment i educació", ens parla sobre "les implicacions subjacents als debats de la dècada" (Bruner, 1997, 12), alhora que avança "alguns dels principals objectius de l'aproximació cultural" i explora "com aquests es relacionen amb l'educació" (Bruner, 1997, 22).

Aquesta perspectiva psico-cultural de l'educació, la formula en els següents nou postulats (Bruner, 1997, 32-62):

1 – Postulat perspectivista

-
- 2 – Postulat dels límits
 - 3 – Postulat del constructivisme
 - 4 – Postulat interaccional
 - 5 – Postulat de l'externalització
 - 6 – Postulat de l'instrumentalisme
 - 7 – Postulat institucional
 - 8 – Postulat de la identitat i l'autoestima
 - 9 – Postulat narratiu

Tots aquests postulats prenen sentit quan veiem que Bruner assumeix com a primera premissa que *“l'educació no és una illa, sinó part del continent de la cultura”*. (Bruner, 1997, 29). L'autor ens ofereix una síntesis de la seva visió de l'educació en la següent sentència:

“l'educació no és només una tasca tècnica de processament de la informació ben organitzat, ni tan sols senzillament una qüestió d'aplicar ‘teories de l'aprenentatge’ a l'aula ni d'emprar els resultats de ‘proves de rendiment’ centrades en el subjecte. És una empresa complexa d'adaptar una cultura a les necessitats dels seus membres, i d'adaptar els seus membres i formes de conèixer a les necessitats de la cultura.” (Bruner, 1997,62)

Utilitza l'expressió *“Pedagogia popular”*, que segons ell s'ha tornat professionalment usual per referir-se a les *“nostres teories intuïtives quotidianes sobre com funcionen altres ments”*, i que afecten a les nostres interaccions amb altres. (Bruner, 1997, 64)

És aquí on parla de la problemàtica sobre la manera com els éssers humans aconseguim trobar-nos a través de les nostres ments. Normalment aquesta problemàtica s'expressa també a l'aula, les mestres preguntant-se, *“Com arribo als nens?”*, i els nens dient-se, *“Què és el que la mestra intenta dir?”* (Bruner, 1997, 64)

Per investigar aquesta problemàtica, sosté que no és el més indicat, el que solen fer molts psicòlegs: experimentar amb rates en un laberint, o simular en ordinador programes d'intel·ligència artificial, entre d'altres experiments. Sobraria amb col·locar-nos en una aula plena de nens de nou anys i preguntar-nos *“quin tipus de coneixement teòric els ajudaria”*, a nens i mestra (Bruner, 1997, 63). O sigui, quina base necessiten els alumnes per poder aprendre.

Bruner observa que els nens comencen assumint que la mestra té el coneixement i que el transmet a la classe. Aprenen de seguida que altres nens de la classe poden també tenir coneixement i que el poden compartir. Finalment, aprenen que si ningú del grup *“coneix”* la resposta, pots anar sempre a algun lloc on trobar-la. Això últim:

“és el salt a la cultura com emmagatzemament de coneixement, caixa d'eines o el que sigui” (Bruner, 1997, 70-71)

Bruner percep l'escola i la cultura com una comunitat d'intercanvis i recolzaments mutus, plantejant quatre idees que considera crucials en l'educació:

“La primera d'elles és la idea d'agència: prendre més control sobre l'activitat mental. La segona és la reflexió: no 'aprendre en fred', sinó fer que el que s'aprèn té sentit, entendre-ho. La tercera és la col·laboració: compartir els recursos de la mescla d'éssers humans implicats en l'ensenyament i l'aprenentatge. La ment està dins del cap, però també està amb altres. I la quarta és la cultura, la forma de vida i pensament que construïm, negociem, institucionem i, finalment (després de que tot s'ha fet), acabem anomenant-ho 'realitat' per reconfortar-nos” (Bruner, 1997, 105)

2.2.2. Gagné

La teoria de l'aprenentatge de Gagné està classificada com eclèctica, perquè dins seu es troben units elements cognitius i conductuals, integrats amb la teoria del desenvolupament cognitiu de Piaget i l'aprenentatge social de Bandura, tots explicats en forma sistemàtica (Kopstein, 1966) i organitzada sota el model de processament d'informació.

El model de Gagné i els seus processos poden ser explicats com l'ingrés d'informació a un sistema estructurat on aquesta informació serà modificada i reorganitzada a través del seu pas per algunes estructures hipotètiques i, fruit d'aquest procés, aquesta informació processada produeix l'emissió d'una resposta.

Existeixen quatre divisions específiques en l'enfocament de Gagné:

1. Inclou els processos de l'aprenentatge, com aprèn el subjecte i les bases per la construcció de la teoria.
2. Analitza els resultats de l'aprenentatge, els quals a la vegada es divideixen en sis:
 - a. *Conjunt de formes bàsiques de l'aprenentatge*
 - b. *Destreses intel·lectuals*
 - c. *Informació verbal*
 - d. *Estratègies cognitives*
 - e. *Estratègies motrius*
 - f. *Actituds*
3. Condicions de l'aprenentatge, què és el que ha de ser construït per facilitar l'aprenentatge. Aquí s'inclouen els esdeveniments de l'aprenentatge, seguint el model de processament de la informació.

4. Aplicació d'aquesta teoria al disseny curricular, el qual inclou dues parts: anàlisi de la conducta final esperada i disseny de l'ensenyament.

2.2.2.1. Els processos de l'aprenentatge

Basant-se en aquesta teoria¹², l'aprenentatge es defineix com un canvi en la capacitat o disposició humana, relativament durador i que a més a més no pot ser explicat per processos de maduració.

Aquest canvi és conductual, el que permet inferir que s'aconsegueix només a través de l'aprenentatge. Trobem també alteracions de disposició, que tenen implicacions respecte dels canvis conductuals, però de manera diferent. Aquestes alteracions s'anomenen "actitud", "interès" o "valor".

Les informacions de l'ambient entren a través dels receptors (SNC). Després passen al registre sensorial (estructura hipotètica). D'aquí la informació va a la memòria de curt termini, on es du a terme una codificació conceptual. Per al pas a la memòria de llarg termini, pot ajudar un assaig o repetició interna. Si la informació es relaciona amb alguna preexistent, pot ser codificada i portada immediatament a la memòria de llarg termini.

També pot succeir que existeixi una forta motivació externa que permeti el pas immediat a la memòria de llarg termini. Una altra possibilitat és que no es produeixi una codificació correcta de la informació, fent que aquesta acabi desapareixent (Gagné planteja l'existència d'una única memòria, en la qual les de curt i llarg termini siguin potser part d'un continu anomenat "memòria").

Una informació pot ser recuperada només si ha estat prèviament registrada. Aquesta recuperació ocorrerà a partir d'un estímul extern, algun element que faci necessària la recuperació de la informació, la qual passarà al generador de respostes. Aquest generador transformarà la informació en acció, és a dir, una manifestació en forma de conducta.

Existeixen també en aquest model processos de control: control executiu i expectatiu. Aquests formen part de la motivació, sigui aquesta extrínseca o intrínseca. La motivació prepara al subjecte per codificar o descodificar la informació. La manera en com serà codificada la informació està determinada pel control executiu, així com també el procés de recuperació.

Veiem en la figura següent, com podem esquematitzar els mecanismes de l'aprenentatge, tal i com els presenta Gagné, i que ajuden a entendre la seva proposta.

¹² Gagné, R. (1970). "Les condicions de l'aprenentatge". Aguilar. Madrid.

Gagné, R.(1976). Número especial de la Revista de Tecnologia Educativa, dedicat exclusivament a articles de Gagné, Vol. 5, No 1.

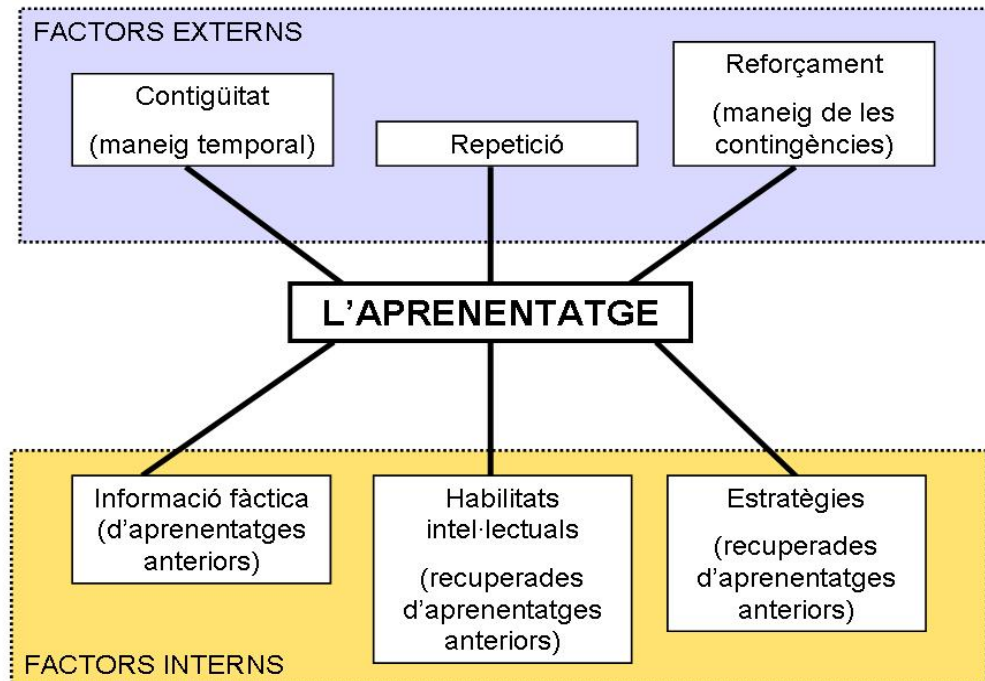


Figura 1: Mecanismes de l'aprenentatge de Gagné

Els elements constituents dels mecanismes interns de l'aprenentatge són etapes o fases de l'acte d'aprendre, i es presenten a continuació. Com podem veure tenim vuit fases diferenciades.

1.FASE DE MOTIVACIÓ

EXPECTATIVES

2.FASE DE COMPRESIÓ

ATENCIÓ PERCEPTIVA SELECTIVA

3.FASE D'ADQUISICIÓ

CODIFICACIÓ EMMAGATZEMATGE

4.FASE DE RETENCIÓ

ACUMULACIÓ EN LA MEMÒRIA

5.FASE DE RECUPERACIÓ

RECUPERACIÓ

6.FASE DE GENERALITZACIÓ

TRANSFERÈNCIA

7.FASE DE DESENVOLUPAMENT**OBTENCIÓ DE RESPOSTES****8.FASE DE RETROALIMENTACIÓ****REFORÇAMENT****Taula 5: Fases de l'aprenentatge de Gagné****2.2.2.2. Varietat de capacitats apreses**

Gagné senyala 5 tipus de capacitats (dominis) que poden ser apreses:

- **Destreses motores:** aquestes capacitats són molt importants en certes àrees de l'aprenentatge, en el qual es requereix uniformitat i regularitat en les respostes.
- **Informació verbal:** ens envolta quan naixem; a més hem de demostrar una conducta després de rebre aquesta informació (fer oracions, frases, etc.) . La seva recuperació és facilitada generalment per suggeriments externs. El més destacable de l'aprenentatge d'aquesta informació és que posseeix un ampli context significatiu, mitjançant el qual la podem associar a informació ja existent.
- **Destreses intel·lectuals:** Comencen quan adquirim discriminacions i cadenes simples, fins arribar a conceptes i regles. Podem fer coses amb símbols i començar a entendre què fem amb la informació. En aquest aprenentatge necessitem combinar destresa intel·lectual i informació verbal prèviament apreses.
- **Actituds:** són les capacitats que influeixen sobre les accions individuals de les persones. És difícil ensenyar actituds, i la majoria d'elles han de ser adquirides i reforçades a l'escola. És necessari estudiar les actituds negatives i les positives. És aquí on Gagné mostra la seva postura eclèctica, ja que defineix les actituds com un "estat intern", però només mesurable a través de la conducta manifestada.
- **Estratègies cognoscitives:** són destreses d'organització interna, que regeixen el comportament de l'individu amb relació a la seva atenció, lectura, memòria, pensament, etc. Alguns autors han denominat també "*mathemagèniques*" (Rothkopf) i "*conductes d'autoadministració*" per Skinner (1968). Les estratègies cognoscitives no estan carregades de contingut, ja que la informació que un aprèn és el contingut. Les estratègies intel·lectuals i el seu domini ens ajudaran a fer alguna cosa amb aquest contingut.

En les últimes dues dècades, hi ha hagut un gran èmfasis en les estratègies cognoscitives, en el que a investigacions es refereix. Es parla d'hàbits d'estudi i

“aprendre a aprendre”. La idea de Gagné, de que les destreses cognoscitives són les destreses de manipulació que una persona va adquirint al llarg dels anys, per regir el seu procés propi d’aprenentatge, atenció i pensament, dóna un pas molt important per entendre el metaaprenentatge. Aquesta idea ens planteja l’existència d’aprenentatge de continguts i de processos.

Antonijevic i Chadwick (1983), suggereixen que les estratègies cognoscitives funcionen en tres àrees: atenció, codificació per la retenció i utilització de la informació per la resolució de problemes. Podem exemplificar el que hem plantejat en tres eixos, de la següent manera:

1. Existència de processos cognitius, és a dir, serien les vies d’entrada de les que disposa la persona per percebre, assimilar i emmagatzemar coneixements.
2. Es parla de “*destresa mental*”, quan un o més d’aquests processos interns ha estat desenvolupat a un nivell d’eficiència relativament alt.
3. Quan s’aplica una destresa mental a una tasca, ja sigui per voluntat pròpia o ordre externa, podem dir que aquesta destresa funciona com una estratègia cognitiva. Aquest punt pot ser exemplificat així: l’ús d’imatges és un procés cognitiu bàsic. En algunes persones que són eficients en la creació i maneig d’imatges, això seria una destresa mental. Quan aquestes persones utilitzen les imatges per aprendre alguna cosa, les imatges funcionen com estratègies cognitives.

2.2.2.3. Relació entre els 5 dominis i els vuit tipus d’aprenentatge

Tot i presentar una jerarquia de vuit tipus d’aprenentatge, actualment Gagné emfatitza en la interpretació dels 5 dominis (tipus de capacitats per ser apreses) assenyalats en la primera part d’aquest capítol sobre Gagné. Per entendre aquesta interpretació sobre la relació entre els 5 dominis i els vuit tipus d’aprenentatge, primer hem de tenir present que els dominis representen els resultats de l’aprenentatge, en canvi els tipus d’aprenentatge són part del procés d’aprenentatge. Els vuit tipus són:

1. Aprenentatge de senyals. Pot ser equivalent al condicionament clàssic o de reflexes.
2. Aprenentatge d’estímul – resposta. Aproximadament equivalent al condicionament instrumental o operant.
3. Encadenament motor.
4. Associació verbal.
5. Discriminacions múltiples.
6. Aprenentatge de conceptes.
7. Aprenentatge de principis.
8. Resolució de problemes.

Podem intentar la combinació dels vuit tipus d’aprenentatge amb les capacitats per ser apreses, en la forma suggerida per Chadwick (1978):

DOMINIS	TIPUS UTILIZATS	
Destreses motores	Aprenentatge de senyals	(1)
	Aprenentatge d'estímul – resposta	(2)
	Encadenament motor	(3)
Informació Verbal	Aprenentatge d'estímul – resposta	(2)
	Associació verbal	(4)
	Discriminacions múltiples	(5)
Destreses Intel·lectuals	Discriminacions múltiples	(5)
	Aprenentatge de conceptes	(6)
	Aprenentatge de principis	(7)
	Resolució de problemes	(8)
Actituds	Aprenentatge de senyals	(1)
	Aprenentatge d'estímul – resposta	(2)
	Encadenament motor	(3)
	Associació verbal	(4)
	Discriminacions múltiples	(5)
Estratègies	Aprenentatge de senyals	(1)
	Aprenentatge de principis	(7)
	Resolució de problemes	(8)

Taula 6: Relació entre tipus d'aprenentatge amb les capacitats per ser apreses

A vegades tots els tipus d'aprenentatge concorren en el domini de les estratègies cognoscitives.

Si entenem els dominis com formes específiques de resultats de l'aprenentatge, i els tipus com elements del procés i de les condicions de l'aprenentatge, podrem així aclarir les solucions i facilitar l'ús d'ambdós, per exemple en el disseny i desenvolupament d'experiències i materials d'educació.

2.2.2.4. Les condicions de l'aprenentatge

Gagné emfatitza bastant en el problema de les condicions externes a la situació d'aprenentatge. A la llum dels seus conceptes, s'identifiquen quatre elements en la situació d'aprenentatge:

- L'aprenent.
- Situació d'estimulació sota la qual transcorrerà l'aprenentatge, situació ensenyament – aprenentatge.
- Informació preexistent en la memòria o també “conducta d'entrada”, la qual és la que porta a l'aprenent a la situació ensenyament – aprenentatge.
- Conducta final que s'espera de l'aprenent.

Un dels primers elements importants de les condicions d'aprenentatge, és establir les respostes que s'esperen de l'aprenent i això es fa a través de la formulació d'objectius. Quan ja s'han fixat els objectius, ens preocupem de les condicions d'aprenentatge.

Per exemple, dins del domini d'informació verbal es destaquen aprensió i adquisició dins de contextos significatius. Hem d'emfatitzar llavors, en els “organitzadors previs” de la codificació de noms i etiquetes, i de l'ús d'imatges per a aquesta codificació.

Gagné analitza els cinc dominis i presenta les condicions pertinents per cadascun d'ells; podem dir també, que tota aquesta situació està molt lligada als esdeveniments de l'aprenentatge, ja mencionats.

A continuació es presenta un quadre resum dels esdeveniments externs més importants, amb relació a les etapes de l'aprenentatge:

Etapa de l'aprenentatge	Procés	Esdeveniments externs que exerceixen influència
Motivació	Expectativa	1.- Comunicació d'objectiu per realitzar 2.- Confirmació prèvia de l'expectativa a través de una vivència reeixida.
Comprensió	Atenció; percepció selectiva	1.- Modificació en l'estimulació per atraure l'atenció.

		2.- Aprenentatge previ de percepció 3.- Indicacions diferenciades addicionals per a la percepció
Adquisició	Xifrat, accés a l'acumulació	Projectes sorgits per al xifrat
Retenció	Emmagatzemar	Desconeguts
Recordar	Recuperació	1.- Projectes suggerits per a la recuperació 2.- Indicacions per a la recuperació
Generalització	Transferència	Varietat de contextos per a les indicacions dirigides a recuperar.
Actuació	Resposta	Casos d'actuació ("exemples")
Retroalimentació	Enfortiment	Retroalimentació informativa que permet constatar o comparar amb un model

Taula 7. Anàlisi i disseny de situacions d'ensenyament – aprenentatge

2.2.3. Ausubel

“L’aprenentatge significatiu és la via per la qual les persones assimilen la cultura que els rodeja, idea clarament coincident amb Vigotski i alhora, descriu un procés molt similar a l’acomodació de Piaget” (*“La teoria de l’aprenentatge significatiu”*, article electrònic disponible a <http://ausubel.idoneos.com/>)

Ausubel va crear i difondre la teoria de l’Aprenentatge Significatiu. Va escriure diversos llibres sobre psicologia de l’educació. Confecciona una teoria explicativa del procés d’aprenentatge (teoria de l’aprenentatge verbal significatiu) i una teoria explicativa del procés d’instrucció (teoria dels organitzadors previs). La seves teories estan molt centrades en l’aprenentatge escolar i a Ausubel li interessa, sobre tot, estudiar la interacció entre l’estructura cognitiva de la persona que aprèn i l’estructura lògica d’allò que és après (matèria).

2.2.3.1. Teoria de l’aprenentatge significatiu

A la dècada dels 70, les propostes de Bruner sobre l’Aprenentatge per Descobriments estaven prenent força. En aquell moment, les escoles buscaven que els nens construïssin el seu coneixement a través del descobriment de continguts. Ausubel considera que

L'aprenentatge per descobriment no ha de ser presentat com l'oposat a l'aprenentatge per exposició (recepció), ja que aquest pot ser igual d'eficaç, si es compleixen una sèrie de condicions. Així doncs, l'aprenentatge escolar pot donar-se per recepció o descobriment, com estratègia d'ensenyament, i pot aconseguir-se un aprenentatge significatiu o memorístic i repetitiu.

D'acord a l'aprenentatge significatiu, els nous coneixements s'incorporen en forma substantiva a l'estructura cognitiva de l'alumne. Això s'aconsegueix quan l'estudiant relaciona els nous coneixements amb els anteriorment adquirits; però també és necessari que l'alumne s'interessi per aprendre el que se li està mostrant.

Segons Caldeiro (2005) podem trobar les diferents avantatges i requisits de l'Aprenentatge Significatiu:

“Avantatges de l'Aprenentatge Significatiu:

- *Produeix una retenció més duradora de la informació.*
- *Facilita adquirir nous coneixements relacionats amb els anteriorment adquirits de forma significativa, ja que tenint-los clars a l'estructura cognitiva es facilita la retenció del nou contingut.*
- *La nova informació al ser relacionada amb l'anterior, és guardada a la memòria a llarg termini.*
- *Es actiu, ja que depèn de l'assimilació de les activitats d'aprenentatge per part de l'alumne.*
- *És personal, ja que la significació d'aprenentatge depèn dels recursos cognitius de l'estudiant“*

Com podem apreciar, és important que es parteixi d'una base, la informació anterior, que ens permetrà relacionar la nova informació rebuda amb la ja apresada, per poder entendre els conceptes nous. Per tant, alhora s'hauran de complir uns requisits que facilitin que l'alumne pugui relacionar els antics conceptes amb els nous:

“Requisits per aconseguir l'Aprenentatge Significatiu:

1. ***Significativitat lògica del material:*** *el material que presenta el mestre a l'estudiant ha d'estar organitzat, per a que es doni una construcció de coneixements.*
2. ***Significativitat psicològica del material:*** *que l'alumne connecti el nou coneixement amb els previs i que els compregui. També ha de posseir una memòria a llarg termini, perquè en cas contrari s'oblidarà de tot en poc temps.*
3. ***Actitud favorable de l'alumne:*** *ja que l'aprenentatge no pot donar-se si l'alumne no vol. Aquest és un component de disposicions emocionals i actitudinals, on el mestre només pot influir a través de la motivació.”*

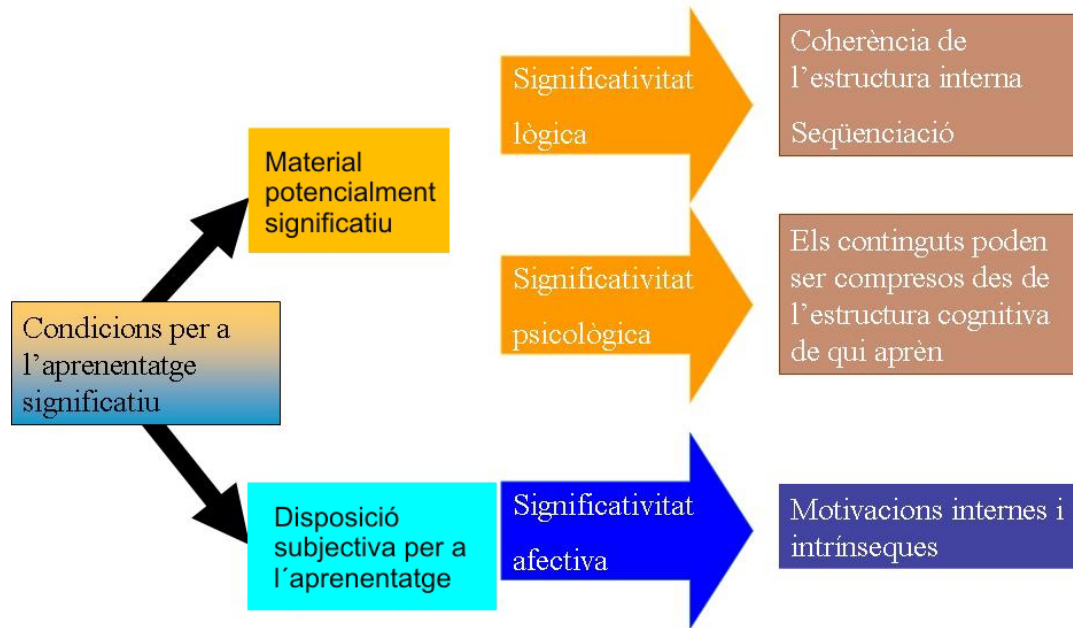


Figura 2: “*Condicions per a l’aprenentatge significatiu*”, esquema disponible a <http://ausubel.idoneos.com/>

O sigui, per tal que l’aprenentatge significatiu sigui possible, el material ha d’estar compost per elements ordenats en una estructura organitzada de tal manera que les parts no es relacionin de forma arbitrària. Però no sempre aquesta condició és suficient per a que l’aprenentatge significatiu es produeixi, sinó que és necessari que determinades condicions estiguin presents en el subjecte:

1. **Predisposició:** la persona ha de tenir algun motiu pel qual esforçar-se. Ausubel senyala dues situacions freqüents en la instrucció que anul·len la predisposició per a l’aprenentatge significatiu. En primer lloc, menciona que els alumnes aprenen les “respostes correctes” descartant altres que no tenen correspondència literal amb les esperades pels seus professors i en segon lloc, l’elevat grau d’ansietat o la carència de confiança en les seves capacitats.
2. **Idees incloents:** és necessari que el subjecte posseeixi un *background* que li permeti incorporar el nou material a l’estructura cognitiva.

Ausubel concep els coneixements previs de l’alumne en termes d’esquemes de coneixement, que són la representació que posseeix una persona en un moment determinat de la seva història sobre una parcel·la de la realitat. Aquests esquemes inclouen diversos tipus de coneixement sobre la realitat, com són: els fets, successos, experiències, anècdotes personals, actituds, normes, etc.

2.2.3.2. Tipus d’aprenentatge significatiu

Aquest tipus d’aprenentatge es podria dividir en diferents tipus, segons l’edat de l’alumne, el seu gran de coneixement i d’assimilació dels coneixements anteriors.

- **Aprenentatge de representacions:** és quan el nen adquireix el vocabulari. Primer aprèn paraules que representen objectes reals que tenen significat per ell. En canvi, no els identifica com categories.
- **Aprenentatge de conceptes:** el nen, a partir d'experiències concretes, comprèn que la paraula "pare" pot emprar-se també per altres persones referint-se als seus pares. També es presenta quan els nens en edat pre-escolar s'exposen a contextos d'aprenentatge per recepció o per descobriment i comprenen conceptes abstractes com 'govern', 'país' o 'mamífer'.
- **Aprenentatge de proposicions:** quan coneix el significat dels conceptes, pot formar frases que continguin dos o més conceptes on afirmi o negui alguna cosa. Així, un concepte nou és assimilat en integrar-lo a la seva estructura cognitiva amb els coneixements previs. Aquesta assimilació es dona en els següents passos:
 - **Per diferenciació progressiva:** quan el concepte nou se subordina a conceptes més incloents que l'alumne ja coneixia.
 - **Per reconciliació integradora:** quan el concepte nou és de major grau d'inclusió que els conceptes que l'alumne ja coneixia.
 - **Per combinació:** quan el concepte nou té la mateixa jerarquia que els coneguts.

REPRESENTACIONS	Adquisició de vocabulari	Previ a la formació de conceptes
		Posterior a la formació de conceptes
CONCEPTES	Formació (a partir dels objectes)	Posterior a la formació de conceptes
		Comprovació d'hipòtesis
PROPOSICIONS	Adquisició (a partir dels conceptes preexistents)	Diferenciació progressiva (concepte subordinat)
		Integració jeràrquica (concepte supraordinat)
		Combinació (concepte del mateix nivell jeràrquic)

Taula 8: "Tipus d'aprenentatge significatiu", esquema disponible a <http://ausubel.idoneos.com/>

2.2.3.3. Aplicacions i implicacions pedagògiques de la teoria de l'aprenentatge significatiu

Per tal de poder dur a terme l'aprenentatge significatiu, es diu que:

- El mestre ha de conèixer els coneixements previs de l'alumne, és a dir, s'ha d'assegurar que el contingut a presentar pugui relacionar-se amb les idees prèvies, ja que conèixer el que sap l'alumne ajuda a l'hora de planejar.
- Organitzar els materials a l'aula de manera lògica i jeràrquica, tenint en compte que no només importa el contingut sinó la forma en que es presenta als alumnes.
- Considerar la motivació com un factor fonamental per a que l'alumne s'interessi per aprendre, ja que el fet de que l'alumne se senti content a la seva classe, amb

una actitud favorable i una bona relació amb el mestre, farà que es motivi per aprendre.

- El mestre hauria d'utilitzar exemples, per mitjà de dibuixos, diagrames o fotografies, per ensenyar els conceptes.

Per Ausubel, aprendre és sinònim de comprendre i implica una visió de l'aprenentatge basada en els processos interns de l'alumne i no solament en les seves respostes externes. Amb la intenció de promoure l'assimilació dels sabers, el professor utilitzarà organitzadors previs que afavoreixin la creació de relacions adequades entre els sabers previs i els nous. Els organitzadors tenen la finalitat de facilitar l'ensenyament receptiu - significatiu, amb la qual cosa, seria possible considerar que l'exposició organitzada dels continguts, propicia una millor comprensió.

Tal i com hem dit, cal recordar que Ausubel distingeix entre aprenentatge receptiu i aprenentatge per descobriment, per una banda, i aprenentatge mecànic i aprenentatge significatiu per una altra. S'ocupa, tal i com estem veient, principalment de l'aprenentatge significatiu (les tasques estan relacionades de forma coherent i el subjecte decideix aprendre així), en oposició a l'aprenentatge mecànic (associacions purament arbitràries).

L'aprenentatge significatiu es pot assolir mitjançant la recepció (el material ja està elaborat, per part del responsable de la instrucció) i el descobriment (l'alumne ha de descobrir per ell mateix el coneixement i després assimilar-lo). En qualsevol cas, l'aprenentatge significatiu suposa posar en relleu el procés de construcció de significats com element central de l'ensenyament.

Tal i com va afirmar Piaget, l'aprenentatge està condicionat pel nivell de desenvolupament cognitiu de l'alumne, però al seu torn, com va observar Vigotski, l'aprenentatge és també, un motor del desenvolupament cognitiu. Per altra banda, moltes categoritzacions es basen en continguts escolars, conseqüentment, resulta difícil separar desenvolupament cognitiu de l'aprenentatge escolar, per això sovint es diu que Ausubel va elaborar una teoria de l'aprenentatge escolar. Però el punt central és que l'aprenentatge és un procés constructiu intern i en aquest sentit hauria de plantejar-se com un conjunt d'accions dirigides a afavorir tal procés. I és en aquesta línia, que s'han investigat les implicacions pedagògiques dels sabers previs.

S'ha anomenat concepcions intuïtives (*misconceptions*), a les teories espontànies dels fenòmens que difereixen de les explicacions científiques. Aquestes concepcions, solen ser molt resistents a la instrucció (i fins i tot operar com veritables "obstacles"), de tal manera que ambdues formes de coneixement coexisteixen en una sort de dualitat cognitiva. Això es deu en part a que les *misconceptions* poden ser útils en la vida quotidiana. I per altra banda, sovint no es propicia des de l'ensenyament un vincle entre aquest coneixement intuïtiu i el coneixement escolar (científic).

Des d'un enfocament constructivista, l'estratègia que s'ha desenvolupat és la de generar un conflicte en l'alumne entre la seva teoria intuïtiva i l'explicació científica a fi d'afavorir una reorganització conceptual, la qual no serà simple ni immediata.

Una altra implicació important de la teoria de Ausubel és que ha resolt l'aparent incompatibilitat entre l'ensenyament expositiu i l'ensenyament per descobriment, perquè ambdues poden afavorir una actitud participativa per part de l'alumne, si compleixen amb el requisit d'activar sabers previs i motivar l'assimilació significativa.

Finalment, la tècnica de mapes conceptuals, desenvolupada per Novak, és útil per a adonar-se de les relacions que els alumnes realitzen entre conceptes, i poden ser utilitzats també com organitzadors previs que busquin estimular l'activitat dels alumnes.

2.2.3.4. Aportacions de la teoria d'Ausubel al constructivisme

La principal aportació és el seu model d'ensenyament per exposició, per a promoure l'aprenentatge significatiu en lloc de l'aprenentatge de memòria. Aquest model consisteix a explicar o exposar fets o idees. Aquest enfocament és dels més apropiats per a ensenyar relacions entre diversos conceptes, però abans els alumnes han de tenir algun coneixement d'aquests conceptes. Un altre aspecte en aquest model és l'edat dels estudiants, ja que ells han de manipular idees mentalment, encara que siguin simples. Per això, aquest model és més adequat per als nivells més alts de primària en endavant.

Una altra aportació al constructivisme són els organitzadors anticipats, els quals serveixen de suport a l'alumne davant de la nova informació, funciona com un pont entre el nou material i el coneixement actual de l'alumne. Aquests organitzadors poden tenir tres propòsits: dirigir la seva atenció al que és important del material; ressaltar les relacions entre les idees que seran presentades i recordar-li la informació rellevant que ja posseïx.

Els organitzadors previs es divideixen en dues categories:

- **Comparatius:** activen els esquemes ja existents, és a dir, li recorden el que ja sap però no s'adona de la seva importància. També pot assenyalar diferències i semblances dels conceptes.
- **Explicatius:** proporcionen coneixement nou que els estudiants necessitaran per a entendre la informació subsegüent. També ajuden a l'alumne a aprendre, especialment quan el tema és molt complex, desconegut o difícil; però aquests han de ser entesos pels estudiants perquè sigui efectiu.

2.2.3.5. Significativitat i seqüenciació de continguts

A part de les ja esmentades **significativitat lògica** (inherent a un determinat material d'ensenyament i que es deu a les seves característiques intrínseques) i la **significativitat psicològica** (relativa a l'individu que aprèn i que depèn de les seves representacions anteriors) assenyala que és possible en planificar seqüències, garantir la significativitat lògica, però no la psicològica, perquè aquesta depèn de la interactivitat a l'aula i és específica de cada individu.

Les condicions que ha de tenir un contingut per a ser lògicament significatiu són:

a) Definicions i Llenguatge:

- Precisió i consistència (absència d'ambigüitat)
- Definicions de nous termes abans de ser utilitzats
- Preferència del llenguatge simple al tècnic en tant sigui compatible amb la presentació de definicions precises

b) Dades empíriques i analogies:

- Justificació del seu ús des del punt de vista evolutiu
- Quan són útils per a adquirir nous significats
- Quan són útils per a aclarir significats pre-existents

c) Enfocament crític:

- Estimulació de l'anàlisi i la reflexió
- Estimulació de la formulació autònoma (vocabulari, conceptes, estructura conceptual)

d) Epistemologia:

- Consideració dels supòsits epistemològics característics de cada disciplina (problemes generals de causalitat, categorització, investigació i mediació)
- Consideració de l'estratègia distintiva d'aprenentatge que es correspon amb els seus continguts particulars

Existeixen propostes per abordar la seqüenciació de continguts establint jerarquies, el que seria compatible amb una interpretació constructivista de l'ensenyament i l'aprenentatge escolar, ja que té en compte simultàniament l'estructura interna dels continguts i dels processos psicològics dels alumnes. Però resulta un inconvenient quan la seqüenciació se centri excessivament en els components conceptuals: és necessari donar lloc a altres criteris que apliquin tots els principis de l'aprenentatge significatiu.

La consideració de la font disciplinar resulta de gran importància per a la selecció, organització i seqüenciació dels continguts, ja que permet realitzar generalitzacions que permetin comprendre els objectes d'estudi des d'enfocaments més amplis. També han de considerar-se els dos tipus d'estructures poden distingir-se en les disciplines: l'estructura substancial (determinada per la preguntes centrals abordades per l'assignatura) i l'estructura sintàctica (criteris metodològics –no la metodologia en sí mateixa-).

Atès que l'estructura lògica pot ser difícil de comprendre en alguns casos, els continguts han d'ensenyar-se de manera progressiva i tenint en compte les característiques dels estudiants. No obstant això, ha de tenir-se en compte que no existeix una única forma d'organitzar lògicament els continguts, perquè en part, això depèn de l'enfocament

global de referència i els seus propòsits, per tant, no resultaria convenient extrapolar organitzacions de coneixement disciplinar d'un context a un altre.

La font disciplinar no hauria de ser el criteri exclusiu per a seleccionar, organitzar i seqüenciar els continguts. Aspectes com la psicologia, la sociologia i la didàctica són part del model d'aprenentatge significatiu i hauria de ser tinguts igualment en compte. De la mateixa manera, els continguts educatius no hauria de limitar-se als continguts disciplinars.

Per altra banda, atès que la selecció de continguts disciplinars i la seva organització implica components valoratius i ideològics, és important que aquests siguin explicitats.

Diferents possibilitats d'aprenentatge:

1. Aprenentatge Subordinat

Inclusió derivativa

No es canvien els atributs de criteri del concepte A, però es reconeixen nous exemples com rellevants.

Exemple:

Idea establerta: Les etapes de sortida subministren potències elevades

- * *La Classe A subministra potències elevades, és un etapa de sortida*
- * *La Classe B subministra potències elevades, és un etapa de sortida*
- * *La Classe A-B subministra potències elevades, és un etapa de sortida (nou exemple)*

Inclusió correlativa

La nova informació és vinculada a la idea establerta però és una modificació o una imitació d'aquesta. Els atributs poden ser estesos o modificats amb la nova inclusió correlativa.

Exemple:

Idea establerta: Les etapes de sortida subministren potència → modificació → Hi ha excepcions (extensió del concepte)

- * *La Classe A subministra potències elevades, és un etapa de sortida*
- * *La Classe B subministra potències elevades, és un etapa de sortida*
- * *La Classe A-B subministra potències elevades, és un etapa de sortida*
- * *La Classe S no dona gaire potència, però igualment és una etapa de sortida (excepció al concepte pre-existent)*

2. Aprenentatge Supraordinat

Les idees es reconeixen com exemples més específics de la nova idea, que es defineix a través d'un conjunt de criteris que abasten a les idees supraordinades.

Exemple:

Idea nova: *Les etapes de potència es caracteritzen per estar formades per transistors, algunes treballen a baixes freqüències i altres a altes freqüències*

Idees establertes:

- * *La Classe A subministra potències elevades, tot treballant a baixes freqüències*
- * *La Classe B subministra potències elevades, tot treballant a baixes freqüències*
- * *La Classe A-B subministra potències elevades, tot treballant a baixes freqüències*
- * *La Classe S no dona gaire potència, però igual és una etapa de potència treballant a altes freqüències (exemple més específic)*

3. Aprenentatge Combinatori

La nova idea és vista en relació amb altres idees preexistents, però aquesta no és ni més inclusiva ni més específica que aquestes. Es considera que aquesta nova idea té alguns atributs de criteri comuns a les idees pre-existents.

Exemple:

Idea nova: *Algunes etapes de potència treballen a baixes freqüències i altres a altes freqüències* es relaciona amb la idea pre-existent *Alguns amplificadors de tensió treballen a baixes freqüències i altres a altes freqüències*

Aquestes són les diferències entre l'aprenentatge significatiu i el memorístic al mateix article:

	APRENTATGE SIGNIFICATIU	APRENTATGE MEMORÍSTIC
<i>Incorporació de nous coneixements a l'estructura cognitiva</i>	Substantiva No arbitrària No verbalista	No substantiva Arbitrària Verbalista
<i>Esforç del subjecte</i>	Deliberat Intenció de vincular els coneixements a un nivell superior incloent-los en l'estructura cognitiva	No hi ha esforç per integrar les dades incorporades a l'estructura cognitiva preexistent
<i>Implicació empírica</i>	L'aprenentatge es vincula a l'experiència objectiva	L'aprenentatge no es vincula a l'experiència objectiva
<i>Motivació</i>	Implicació afectiva en la vinculació dels nous coneixements amb els anteriors	No hi ha implicació afectiva per relacionar els nous coneixements amb els anteriors

Taula 9: “Aprenentatge memorístic VS. significatiu – comparació”, esquema disponible electrònicament a educacion.idoneos.com

I aquestes les diferents estratègies d'instrucció i aprenentatge, relacionades amb l'aprenentatge realitzat per l'alumne i les estratègies d'instruccions planificades pel professor.

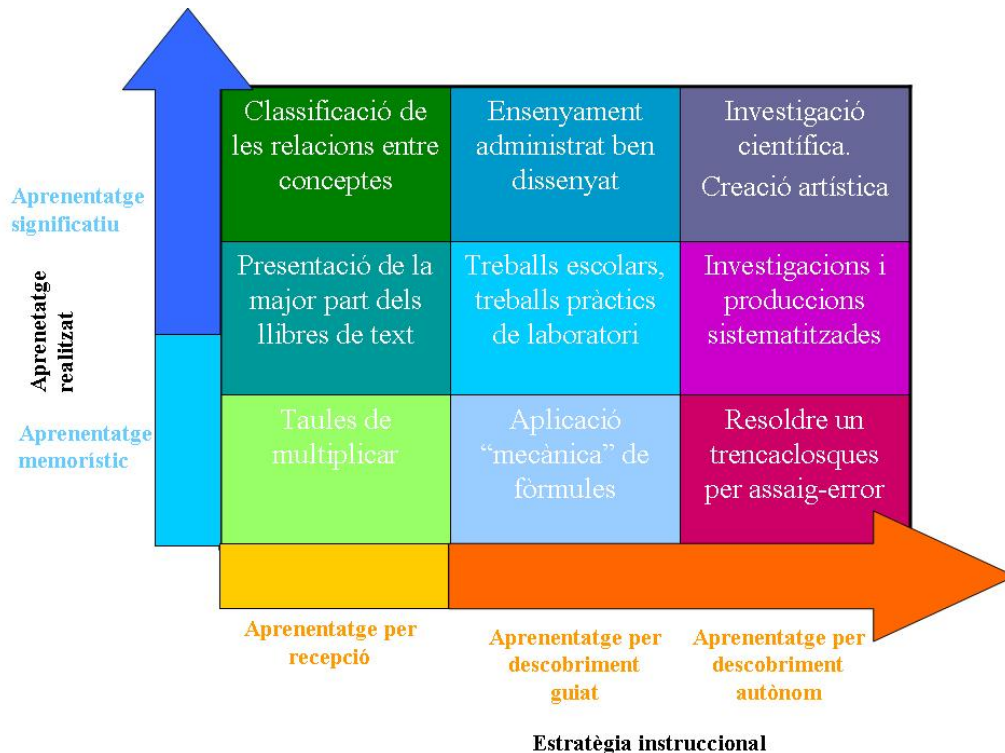


Figura 3: "Estratègies d'instrucció i aprenentatge", esquema disponible electrònicament a educacion.idoneos.com

Podríem tancar aquest apartat dedicat a Ausubel amb una màxima significativa: cal actuar sobre l'estructura cognitiva per tal de maximitzar l'aprenentatge significatiu i la retenció. Per tant a major grau d'organització, claredat i estabilitat del nou coneixement més fàcilment s'acomodarà i serà millor retengut.

2.2.4. Vigotski

"Vigotski va creuar, com una fúria veloç, la Psicologia científica del nostre segle. (...) Vigotski va veure molt més enllà des de la seva dècada furiosa" (A. Rivière, 1988, *La psicologia de Vigotski*)

La cita anterior ens explica en poques paraules com va ser l'existència de Vigotski: curta però intensa. Nascut el 1896 a Bielorússia va morir el 1934 amb només 37 anys afectat de tuberculosi.

Ara bé, en aquest espai curt de temps va escriure molt extensament sobre la mediació social en l'aprenentatge i la funció de la consciència. La seva aportació i producció, malgrat la seva curta existència va ser extensa i febril. Tal com diu Baquero en referència a la cita anterior:

"Pot afirmar-se que Vigotski "va creuar com una fúria veloç" per la densitat i agudeses d'un intens treball desenvolupat en una curta vida." (Baquero, 1997, 19,)

La psicologia occidental ha redescobert les seves obres en els últims anys, i molts dels textos publicats recentment sobre el balanç de la seva obra són un reflex dels debats que han despertat les aportacions d'aquest prolífic psicòleg. Aquest debat avui en dia està encara viu.

La principal aportació de la seva obra es desenvolupa en el context de la Rússia revolucionària, abans de les purgues estalinistes. És clau en la comprensió del treball de Vigotski, el seu esforç per fer servir els principis del marxisme a l'hora d'abordar les diferents problemàtiques psicològiques, e inclús fer front a alguns problemes pràctics que afrontava la Rússia revolucionària, com podria ser l'extensió de l'escolaritat als sectors marginals.

Vigotski es va formar en Psicologia, filosofia i literatura, obtenint el títol de Lleis en la Universitat de Moscú l'any 1917. És en el 1924, en el marc del "*2n Congrés de Psiconeurologia de Leningrad*", on exposa el nucli central de la seva teoria, en que manifesta que sols els éssers humans tenen la capacitat de transformar els mitjans per als seus propis fins. Aquesta capacitat els distingeix d'altres formes inferiors de vida.

Aquesta ponència va marcar un punt d'inflexió en el desenvolupament de la seva teoria i la seva acceptació social, tal com diu Baquero:

"En aquesta ponència, que atorga entrada oficial de Vigotski a la Psicologia, reclama la necessitat de prendre la consciència com un objecte d'investigació d'una psicologia objectiva, encara que aquests termes semblaren fins el moment, inconciliables." (Baquero, 1997, 22)

Posteriorment ingressà a l'Institut de Psicologia de Moscú¹³ on va escriure sobre la mediació social en l'aprenentatge i la consciència. Les seves obres van ser publicades durant la seva breu existència o en els anys posteriors a la seva mort, però a diferència d'altres autors com Piaget, no va poder revisar la seva producció. En aquest sentit, els balanços que es fan de la seva obra, intenten salvar l'absència d'una mirada amb perspectiva per part de l'autor.

Indicar que el 1925 es va doctorar. En la seva tesis anomenada *Psicologia de l'art* (Vigotski, 1972), ja presenta alguns dels problemes que desenvoluparà més tard en la seva extensa obra. Sorgeix la distinció entre processos psicològics i l'estudi del paper dels instruments de mediació. Cal dir que, a banda de les relacions socials de l'individu dona molta importància als instruments de mediació, dedicant-los una bona part de la seva obra.

Cal veure que fins la seva mort, només van transcórrer nou anys més, i és en aquest curt espai de temps quan desenvolupa la majoria de la seva extensa obra. Lamentablement un clima polític negatiu regnava en la Unió Soviètica¹⁴ i alguns dels seus escrits o treballs van ser censurats o bé, senzillament no es van publicar (la majoria d'aquestos eren contraris a l'estalinisme).

¹³ Degut a la ponència anterior, que va causar una gran impressió en els presents, se'l va convidar a entrar a formar part de l'Institut de Psicologia.

¹⁴ Entre altres coses, el Partit Comunista censurava les proves i publicacions psicològiques.

Era bon coneixedor de Marx i Engels, i en un principi, abans de desenvolupar la seva teoria sociocultural en psicologia, es va plantejar la tasca de construir una psicologia científica al voltant dels plantejaments marxistes. Tot i que no ho va fer en la seva totalitat, sí que va desenvolupar certs aspectes en aquest sentit que més endavant comentarem.

La cita següent ens pot donar una visió clara de quina era la seva concepció de les corrents de la psicologia de la seva època:

“les seves idees divergien molt de les principals corrents psicològiques europees, així com de la introspecció i el conductisme americà, tampoc va creure en la Gestalt alemana, que consistia en estudiar les conductes i experiències com un tot.” (“Biografía de Vigotski” en www.psicoactiva.com, 2006)

Seguint amb la interpretació de la cita anterior, segons trobem a l'article electrònic “Biografía de Vigotski” en www.psicoactiva.com, Vigotski va considerar de gran importància la influència de l'entorn en el desenvolupament de l'individu, criticant així a Piaget per no donar-li suficientment importància. Per Vigotski els processos psicològics són canviants, mai fixes i depenen en gran mesura de l'entorn vital que envolta a l'individu. Ell creia que l'assimilació de les activitats socials i culturals eren la clau del desenvolupament humà.

Per accedir a la consciència és necessari analitzar els processos com si no fossin objectes fixes, fent servir el mètode explicatiu de les relacions causals i centrant-se en els processos pels quals es formen els processos cognitius superiors. Per tant, la consciència s'ha d'estudiar en connexió amb la conducta que és la pedra angular de l'activitat humana.

Vigotski té clar que el llenguatge és un instrument imprescindible pel desenvolupament cognitiu de l'individu. Més tard, la consciència progressiva que va adquirint li proporciona un control comunicatiu, tenint clar que el desenvolupament lingüístic és independent del desenvolupament del pensament.

Les teories psicològiques de Vigotski són eminentment socioculturals i constitueixen una font ampla per l'anàlisi del valor de la interacció social en el desenvolupament de la cognició. És a dir, que es basen en l'aprenentatge sociocultural de cada individu, i per tant en el mitjà en qual es desenvolupa.

Com ja es pot interpretar, Vigotski considera l'aprenentatge com un dels mecanismes fonamentals del desenvolupament de l'individu i ens indica que la millor ensenyança és aquella que s'avança al desenvolupament.

A més, Vigotski considera que el context és l'element central del seu model d'aprenentatge i la interacció social és el motor del desenvolupament de l'individu. Aquí és on Vigotski introdueix el concepte de Zona de Desenvolupament Pròxim¹⁵ que

¹⁵ A grans trets, no és més que la diferència entre el nivell real de desenvolupament d'un individu i el seu nivell potencial amb ajuda.

per la seva importància, tractarem en apartats posteriors. Per determinar aquest concepte hem de parlar de dos aspectes bàsics: la importància del context social i la capacitat d'imitació.

Com veiem, aprenentatge i desenvolupament són dos conceptes que van lligats. L'aprenentatge ha de ser coherent amb el nivell de desenvolupament de l'individu, tenint clar que aquest es produeix més fàcilment en situacions col·lectives, és a dir, en un entorn social.

Veiem que tot això va en contra de les teories de Piaget. De fet, Vigotski també indica que l'ésser humà ja porta amb si mateix un codi genètic o "línia natural de desenvolupament" també anomenat codi tancat que està lligat a l'aprenentatge i que té influència en el moment de que l'individu actua amb el medi ambient.

Per tant, el que ens diu Vigotski és que el desenvolupament cognitiu és un producte de la socialització del subjecte en el medi. Pel seu concepte de l'ésser humà, podem dir que és constructivista, ja que considera a l'individu actiu, construint el seu propi aprenentatge a partir del mitjà social. El coneixement no és un objecte que es passa d'un a un altre, sinó que es construeix per mitjà d'operacions i habilitats cognitives que s'extremen de l'activitat social.

Podem dir, per acabar de centrar el tema tal com ens diu Baquero (1997)¹⁶, que les idees centrals de la teoria socio-històrica de Vigotski es basa en tres punts claus:

"1. La tesis de que els Processos Psicològics Superiors¹⁷ tenen un origen Històric i Social

2. La tesis de que els instruments de mediació (eines i signes) compleixen un paper central en la constitució d'aquests processos

3. La tesis de que aquests processos s'han d'abordar des dels processos de la seva constitució, és a dir, des d'una perspectiva genètica" (Baquero, 1997, 31)

Aquestes tesis bàsiques, però de gran complexitat, podem dir que són els descriptors generals del nucli dur de la teoria de Vigotski. Com podem comprovar, Vigotski dóna molta importància als instruments de mediació. Veiem una cita de Baquero, referent aquest aspecte:

"L'escolaritat ha de privilegiar, pel que hem assenyalat, l'accés al domini dels instruments de mediació amb un caràcter accentuadament descontextualitzat i permetre l'accés a les formes de conceptualització de la ciència" (Baquero, 1997, 104)

¹⁶ Altres autors com Wertsch (Wertsch, 1988) coincideixen en assenyalar de manera similar aquestes aspectes.

¹⁷ En apartats posteriors, desenvoluparem aquests conceptes i la classificació que en fa Vigotski dels mateixos.

Finalment podem dir per tant, que Vigotski va desenvolupar la tesis marxista-leninista respecte a que les principals formes d'activitat cognitiva s'han format al llarg del procés històric-universal ja que aquestes són producte del progrés socio-històric. Aquesta tesis va ser utilitzada com a base per a un gran nombre d'investigadors soviètics, malgrat el que hem comentat de la censura que van patir alguna de les seves publicacions.

Això va provocar un gran nombre d'experiments empírics i investigacions¹⁸, com els que mostra Luria¹⁹ (Luria, 1987). Aquests treballs es contraposen amb treballs culturoològics occidentals realitzats a les dècades dels 40 i 50, ja que aquestes defenien posicions reaccionàries enfocant els esdeveniments històrics racials que tracten de mostrar la insuficiència dels pobles menys desenvolupats amb l'únic objectiu d'adaptar-los a la cultura occidental. De vegades es limitaven a descriure les diferències existents en els processos cognitius de diferents pobles amb aquest únic objectiu d'adaptar-los a la cultura occidental.

En aquests experiments, s'observa que durant el pensament conceptual es produeix una enorme ampliació de les formes de l'activitat cognitiva. La persona que domina el pensament abstracte reproduïx el món que l'envolta d'una forma profunda i total, i realitza deduccions i pot extreure conclusions en base dels fenòmens percebuts. Tal com ens diu Vega sobre el pensament:

“Per un banda, el pensament és una realitat múltiple, tal com hem vist en aquest capítol. La qüestió s'ha de replantejar-se així: Quins paràmetres culturals influeixen i amb quin pes sobre quins processos de pensament?” (Vega, 2001, 511)

La presència de conceptes generals, crea un sistema lògic de codis. Això fa possible passar d'una categoria d'objectes a una altra, facilita el sistema de relacions lògic-verbals a través del qual es mouen els conceptes humans. Amb el temps el sistema es va tornant més complex.

Gran part de les nostres operacions intel·lectuals es basen en sistemes lògic-verbals ja establertes i formen la xarxa principal de codis conforme a les quals es mou el pensament discursiu de l'home.

Seguint amb l'anàlisi que fa Luria d'alguns d'aquests experiments (Luria, 1987), podem extreure la conclusió de que el procés de formació del pensament teòric pot considerar-se com un dels processos més importants per la formació de la consciència en els individus i el desenvolupament de l'individu des de tots els punts de vista. Tal com diu Vigotski:

¹⁸ A tall d'exemple, podem citar l'estudi en les tribus Kishalak i Dzailau (Uzbekistan) en els anys 1931-1932 realitzades dins del marc teòric previst per Vigotski. Referències a aquest estudi els podem trobar a Vega (Vega, 2001) i en alguns articles a internet (“Lev Semenovich Vigotsky” en <http://vigotsky.idoneos.com>, 2006). Luria va fer un ampli estudi que incloïa processos de raonament i resolució de problemes abans i després del canvi social que van sofrir (van passar d'una societat feudal islàmica a una societat socialista alfabetitzada)

¹⁹ Els autors Alexander Luria i Alexis Leontiev van formar part del grup d'investigació sota la direcció del propi Vigotski.

“L’educació, per la seva banda, pot ser definida, com el desenvolupament artificial de l’individu. L’educació és el domini enginyós dels processos naturals del desenvolupament. L’educació no solament influeix sobre uns o altres processos de desenvolupament, sinó que reestructura, de la manera més essencial, totes les funcions de la conducta” (Vigotski, 1987, 187)

Caldrà que aquest desenvolupament de l’individu, que nosaltres generem i gestionem a partir de l’ensenyament-aprenentatge sigui l’òptim possible perquè els processos de desenvolupament generin una reestructuració positiva de totes les funcions de la conducta de l’individu.

Per acabar, vegem amb més detall alguns dels conceptes que introdueix Vigotski en tota la seva teoria i que ja hem comentat fins aquí en la seva majoria. Parlarem de les visions de Vigotski sobre els conceptes, els processos psicològics i la formació dels mateixos.

2.2.4.1. Conceptes espontanis i conceptes científics

En els estudis sobre formació de conceptes, Vigotski parteix de la idea que aquesta no es poden reduir a simples connexions associatives, una idea contrària a les idees de Pavlov que van predominar en la psicologia soviètica durant moltes dècades.

Vigotski (Baquero, 1997) estableix una piràmide de conceptes en la qual jerarquitzava diferents formes de coneixement. A la base de la piràmide i posa el que ell anomena cúmuls (resultat dels pensaments sincrètics). A sobre d’aquests els pseudoconceptes (resultats del pensament en complexes) i en la punta de tot hi col·loca el que ell entén realment per conceptes (resultats del pensament conceptual).

Visualitzem-ho gràficament en la figura següent.

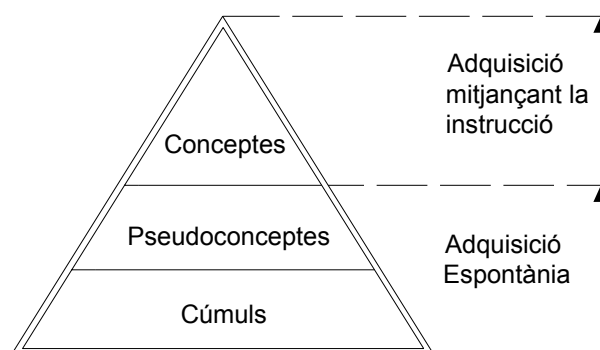


Figura 4: Piràmide dels conceptes. Segons l’article electrònic Caldeiro (2005a) en <http://vigotsky.idoneos.com>

- a) *Conceptes espontanis (conglomeracions sincrètiques en general)*. Són aquells que s’adquireixen de forma espontània. Els podem dividir en dos tipus:

1. *Cúmuls no organitzats* (són els que Vigotski anomena realment sincrètics): són una acumulació d'objectes disperss sense cap base comú. Tal com diu Baquero:

“En la modalitat de pensament sincrètic bàsic, es troben, els primers rudiments d'agrupaments als que denomina compilacions no organitzades. En aquestes compilacions primen criteris subjectius, encara que poden emprar-se en certs casos criteris atents a propietats de tipus objectiu.” (Baquero, 1997, 79)

Per exemple, si parlem de l'aprenentatge d'una llengua aquesta etapa es caracteritzaria per l'ús de paraules com els noms propis.

2. *Pseudoconceptes*: Agrupen objectes adequadament, però a partir de característiques sensorials immediates, sense que el subjecte tingui una idea precisa de les característiques comunes dels objectes. Com diu Vigotski:

“Els pensaments complexos es fonamenten en vincles reals posats de manifest per l'experiència immediata. Per això el complex, és sobre tot, l'agrupació d'un conjunt d'objectes concrets sobre la base de la vinculació entre ells.” (Vigotski, 1934, 139, en *Obras Escogidas, 1993*)

Els pseudoconceptes no només apareixen en etapes pre-adultes, ja que encara que a partir de l'adolescència els individus ja són capaços de formar autèntics conceptes, els adults conviuen simultàniament amb les dues formes de pensament.

En la mesura que els pseudoconceptes es basen en la generalització de característiques generals, aquests són una via en el procés de formació dels conceptes genuïns, a més de generar conceptes potencials o l'abstracció d'una característica constants en una sèrie d'objectes.

- b) *Conceptes científics*. Són aquells conceptes adquirits a través de la instrucció. És el que realment entenem per conceptes o conceptes genuïns. Es caracteritzen perquè formen part d'un sistema, s'adquireixen a través d'una toma de consciència de la pròpia activitat i impliquen una relació espacial amb l'objecte basada en la internalització de l'essència del concepte.

Podem interpretar, que donat que els conceptes científics són adquirits mitjançant la instrucció, segueixen el camí invers seguit pels espontanis, és a dir, mentre que els primers van de l'abstracte a lo concret, els segons van de lo concret a l'abstracte. En paraules del propi Vigotski:

“...els investigadors van passar a interpretar el procés de formació dels conceptes com un procés complex del moviment

del pensament en la piràmide dels conceptes, que va constantment de lo general a lo particular, i de lo particular a lo general” (Vigotski, 1934, 174, 1993)

Destacar finalment, que Vigotski interpreta que els conceptes van sempre lligats a l'estructura general dels processos mentals dins dels judicis i conclusions que fem, com a part inseparable d'ella.

2.2.4.2. Processos psicològics elementals i superiors

Segons Vigotski, tal com diu Baquero (Baquero, 1997) els processos psicològics²⁰ es divideixen en dos grans grups: els processos psicològics elementals i els processos psicològics superiors.

Els primers, els processos psicològics elementals (PPE), són comuns a l'home i a d'altres animals que podem anomenar superiors. Aquests es corresponen amb la línia natural de desenvolupament. Exemples que podem trobar d'aquests processos psicològics elementals són la memòria i l'atenció.

Els processos psicològics superiors (PPS) es caracteritzen per ser específicament dels humans. Aquests es desenvolupen en els individus (des de nens) a partir de la incorporació de la cultura, és a dir, en la vida social, en la participació de l'individu en activitats compartides amb altres.

Des d'aquest punt de vista, les interaccions socials i les formes de mediació semiòtica són la unitat d'anàlisi de base sobre la qual es sustenten i s'expliquen els processos de subjectivació individual. Això implica que diferents experiències culturals, poden produir diversos processos de desenvolupament en l'individu. El comportament derivat de les funcions mentals superiors està obert a unes majors possibilitats.

Segons ens indica Baquero (Baquero, 1997), Vigotski estableix una divisió dels processos psicològics superiors. Els processos psicològics superiors es divideixen en dos grans grups: el rudimentaris i els avançats.

Els primers es desenvolupen només pel fet de participar en una cultura (un exemple pot ser la llengua oral, adquirida a partir de la pràctica social), mentre que els segons requereixen de la instrucció, la qual suposa que necessitem un marc institucional particular: aquí és on entra l'Escola i tot els mecanismes adients en el procés ensenyament-aprenentatge. Exemples de processos avançats són la llengua escrita o el coneixement científic. Aquest és el que ens interessa.

Cal entendre l'ús que li vol donar Vigotski a aquests conceptes per tal d'acabar d'entendre'ls:

“La distinció entre processos psicològics elementals i superiors es contextua en l'intent vigotskià per delimitar aspectes centrals de les

²⁰ De vegades, per parlar d'aquest concepte es fa servir el símil de procés o funció mental.

conquestes evolutives, segons els dominis genètics en qüestió. La distinció entre els processos psicològics elementals i processos psicològics superiors se situaria en la diferenciació i transició entre el domini filogenètic i el sociocultural, mentre que la discriminació entre processos rudimentaris i avançats, que operaria en l'interior dels processos superiors, suposa un tractament de les transicions genètiques dins del domini sociocultural del mateix” (Baquero, 1997, 35)

A partir dels Processos Psicològics Superiors i la seva formació és on podem definir el concepte de la llei de doble formació.

2.2.4.3. Llei de la doble formació

La constitució dels processos psicològics superiors requereix l'existència de mecanismes i processos psicològics que permetin el domini progressiu dels instruments culturals i la regulació del propi comportament.

Segons Vigotski (Vigotski, 1988a), en el desenvolupament cultural de l'individu, tota funció apareix dues vegades, primer a nivell social (inter-psicològica, l'individu s'apropia del llenguatge) i després a nivell individual (intra-psicològica, l'individu fa una reconstrucció interna). Això és el que s'anomena llei de la doble formació i ho podem veure esquematitzat a la figura 5.

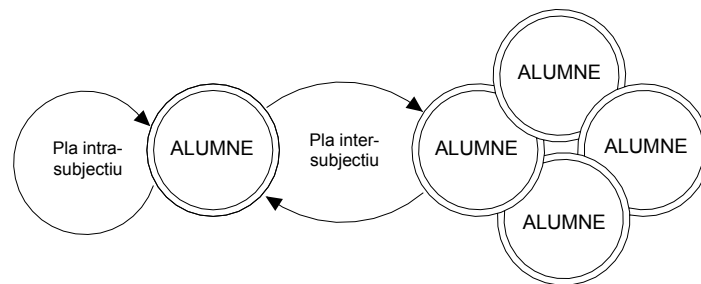


Figura 5: Esquematització de la llei de la doble formació en <http://vigotsky.idoneos.com>

Aquest concepte es pot aplicar a més del llenguatge, igualment a l'atenció voluntària, a la memòria lògica i a la formació de conceptes. Totes les funcions psicològiques s'originen com a relacions entre persones.

Segons el propi Vigotski, tal com ens diu Baquero (Baquero, 1997), aquest procés d'interiorització consisteix en una sèrie de transformacions entre les que cita:

- Una operació que inicialment representa una activitat externa, es reconstrueix i comença a succeir internament.
- Un procés inter-personal queda transformat en un altre intra-personal.

- La transformació d'un procés inter-personal en un procés intra-personal és el resultat d'una prolongació de successos evolutius.

Finalment el propi Vigotski afegeix:

“la internalització de les formes culturals de conducta impliquen la reconstrucció de la activitat psicològica sobre la base d'operacions amb signes. Els processos psicològics, tal com apareixen en els animals, deixen d'existir: s'incorporen a aquest sistema de conducta i es desenvolupen i es reconstrueixen culturalment per formar una nova entitat psicològica” (Vigotski, 1988a, 94)

Podem posar el llenguatge com a exemple paradigmàtic de procés psicològic superior, ja que aconsegueix el doble paper d'exemplificar els processos psicològics superiors i és l'instrument central de mediació per la interiorització dels processos psicològics superiors.

2.2.4.4. Activitat i apropiació

Leontiev (Baquero, 1997), que com ja hem comentat va pertànyer al grup de treball de Vigotski, fa la següent distinció entre aquests conceptes:

- a) *Activitat*: és una unitat molar no additiva, amb la característica principal de ser un sistema amb estructures pròpies, transformacions internes i desenvolupament particular. Com diu Leontiev, una activitat particular:

“respon a determinada necessitat del subjecte, tendeix cap l'objecte d'aquella necessitat, i desapareix quan aquesta necessitat es satisfeta i torna a reproduir-se, potser en condicions totalment diferents i modificades.” (Leontiev, 1978, 81)

- b) *Acció*: és un procés subordinat a una fi conscient, és a dir, que es caracteritza per la intencionalitat. A més de posseir un aspecte intencional, (lligat a la finalitat) posseeix també un aspecte operacional (lligat als mitjans).
- c) *Operació*: tota acció posseeix una part operacional lligada a com es pot aconseguir alguna cosa. Una operació parla dels mitjans amb els quals puc aconseguir una determinada acció.

Leontiev parla d'aquestes dues últimes definicions de la següent manera:

“...l'acció que s'està executant respon a una tasca; la tasca és precisament una finalitat que es dona en determinades condicions. Per això l'acció té una qualitat especial, ..., els mitjans amb el qual s'executa. Denominem operació als mitjans amb que s'executa l'acció.” (Leontiev, 1978, 85)

Podem dir que les activitats sorgeixen com a resultat del context sociocultural definit, i per tant aquestes activitats poden facilitar la comprensió del propi desenvolupament humà.

Pel que fa a l'*apropiació*, pot comparar-se com alguna cosa semblant a l'adaptació però emfatitzant les discontinuïtats entre els processos culturals i naturals. Aquest concepte vol remarcar les particularitats dels processos deguts a l'apropiació cultural. Tal com diu Leontiev:

“El procés d’apropiació realitza la necessitat principal i el principi fonamental del desenvolupament ontogenètic humà: la reproducció en les aptituds històricament formades per l’espècie humana, incloent l’aptitud per comprendre i fer servir el llenguatge.”
(Leontiev, 1983, 136)

Els processos d'apropiació requereixen que l'individu participi en activitats socials, on les activitats es fa de forma conjunta. Per poder fer un procés d'apropiació, cal que es domini un objecte cultural i que aquesta apropiació impliqui el reconeixement de l'activitat que condensa aquest objecte. Normalment, un conjunt de pràctiques específiques d'ús culturalment organitzades, acompanyen l'apropiació.

2.2.5. La Zona de Desenvolupament Pròxim (ZDP)

Com ja hem definit en el primer capítol en paraules del propi Vigotski²¹ (Vigotski, 1988), podem interpretar que la *Zona de Desenvolupament Pròxim (ZDP)* és la distància que hi ha entre el nivell real de desenvolupament al que pot arribar un alumne sense cap ajuda externa, és a dir, resolent independentment un problema, i el nivell de desenvolupament potencial de resoldre el mateix problema amb l'ajuda guiada d'un professor o amb l'ajuda d'un company més capacitat que ell.

Aquest concepte ens ha de servir per l'anàlisi de pràctiques educatives i pel disseny d'estratègies d'ensenyança en entorns de teleformació.

A la figura 6 podem veure de forma esquematitzada com interpretem aquesta definició que ens fa Vigotski. Tal com ja hem comentat anteriorment, per determinar aquest concepte hem tenir clar dos aspectes: la importància del context social i la capacitat d'imitació.

Segons ens indica Suárez Guerrero (Suárez Guerrero, 2005), aquesta definició implica usar-la en funció de tres aspectes diferenciats: l'avaluació de l'aprenentatge, la capacitat prospectiva de la interacció i la interacció plantejada com a cooperació entre alumnes.

²¹ Vigotski és qui introdueix aquest terme en l'aprenentatge escolar. Altres autors com Bruner el desenvolupen a posteriori més extensament i afegixen altres aportacions.

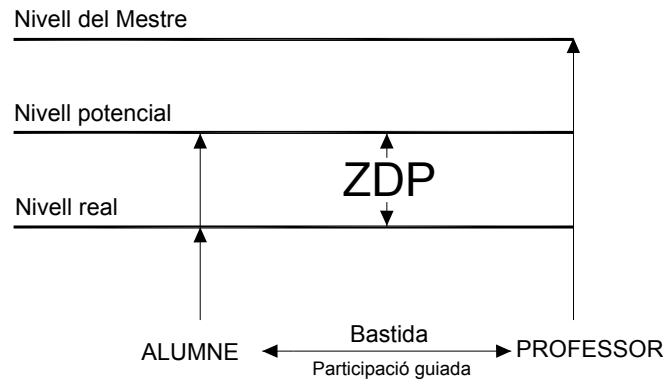


Figura 6: Esquemàtic de la Zona de Desenvolupament Pròxim en <http://vigotsky.idoneos.com>

Cal recordar tal com diu Wertsch, que la ZDP es va definir en un moment concret i per un motiu específic:

“en un intent de resoldre els problemes pràctics de la psicologia de l’educació: l’avaluació de les capacitats intel·lectuals dels individus i l’avaluació de les pràctiques d’instrucció” (Wertsch, 1988, 83)

Això no vol dir que no li podem donar altres enfocaments, tot fent servir la ZDP per donar una visió prospectiva de l’acció. Segons en diu Suárez Guerrero (Suárez Guerrero, 2005), a través de la interacció podem, gràcies a la intervenció amb altres, fer la projecció de futurs aprenentatges. La capacitat prospectiva que conté la ZDP és una característica essencial i primordial de l’aprenentatge, tal com ens diu Vigotski (Vigotski, 1988).

Per tant, podem dir que concebre l’activitat com a ZDP és concebre el procés educatiu en la seva dimensió social, implicat en una xarxa de relacions i dependències mútues que ofereixen un marc favorable per l’aprenentatge.

Aquí és on sorgeix l’idea de que la ZDP ens pot anar bé per el seu ús educatiu a través de les noves tecnologies en la xarxa, ja sigui amb l’ajuda d’un agent extern com a guia (algú més capacitada com un professor) o com a cooperació (algú en el mateix nivell). És aleshores quan podem parlar del concepte d’activitat col·lectiva.

Cole afirma que, si parlem en termes de la seva concepció general, la ZDP es pot entendre com:

“l’estructura de l’activitat conjunta en qualsevol context on hi ha participants que exerceixen responsabilitats diferencials en funció de la seva perícia.” (Cole, 1989, 155)

Cal dir, que cada vegada que canviem de problema (podem parlar d’un determinat procés d’aprenentatge) perquè hem assolit els coneixements que buscàvem en aquest problema, i passem a un problema de nivell superior, la ZDP es redefeix per veure

com podem assolir (i fins a on) aquest nou problema (podem parlar realment de l'aprenentatge d'aquest problema).

Entre alumne i professor s'estableixen unes relacions i unes estructures que donen format al procés d'aprenentatge que s'anomenen bastides. En el fons tenim una participació guiada del professor (o del company més capacitat) en el procés d'aprenentatge de l'alumne.

El que estem dient amb això, des del punt de vista de la realització per exemple d'un pràctica de laboratori, és que aquesta ha de ser guiada (hem de tenir molt clar el guió del que volem que l'alumne aprengui) i establir tots els estadis o nivells que necessitem perquè l'aprenentatge pugui ser òptim. En cada nivell, la diferència entre el nivell potencial de l'alumne i el nivell del professor ha de ser el mínim possible, per tal de que la ZDP sigui la més gran possible. Si plantejem un problema on la ZDP de l'alumne és molt petita, no ens servirà pràcticament per res, ja que l'alumne no serà capaç d'aprofitar l'entorn per aprendre res.

Cal marcar molt clarament els nivells d'aprenentatge i que aquests estiguin ordenats en un ordre lògic i de capacitats. No té sentit ensenyar a un nen a multiplicar, abans de que sàpiga sumar (en el primer cas, la ZDP segurament seria molt petita i el nivell potencial del que l'alumne pot entendre molt lluny del nivell del professor i del que nosaltres volem ensenyar-li). És a dir, l'alumne en aquest cas no té prou coneixements adquirits previs perquè el procés d'aprenentatge i el seu propi desenvolupament sigui de cap manera possible.

Si volen introduir un exemple des del punt de vista de l'Enginyeria, podem dir que no podem ensenyar a un alumne el funcionament d'un analitzador d'espectres, si abans no ha vist el que és un oscil·loscopi, ja que no entendria molts aspectes relacionats entre ells. Algunes característiques tant senzilles en el fons com el funcionament d'alguns botons i la seva utilitat de l'oscil·loscopi, són bàsics per entendre molts dels instruments de mesura que es fan servir en l'enginyeria.

En el fons, estem dient que cada procés d'aprenentatge té un moment adequat (des del punt de vista temporal en l'evolució dels individus), dins de tota una cadena d'aprenentatges. No és el mateix ensenyar a algú a multiplicar quan té tres anys, que quan en té vuit que quan en té deu. Hem d'aplanar el camí d'aprenentatge de l'alumne basant-nos en aquests conceptes.

No serà el mateix ensenyar-li a un alumne a fer transformades de Laplace a primer curs d'enginyeria que a segon que a tercer. En cada cas la ZDP serà diferent i haurem de veure quin serà el moment òptim, en funció dels coneixements ja adquirits i l'evolució de l'estudiant.

Cal afegir, que en funció del professor (malauradament no tothom ensenya igual, i de vegades, no tothom ensenya de la forma correcta) aquests nivells de ZDP poden variar ostensiblement, per la qual cosa, malgrat tot estigui ben definit, potser que el procés no sigui òptim (la bastida –en termes de Bruner- no serà la correcta en aquest cas).

Igualment seran importants per definir la ZDP, les eines d'ajuda a l'ensenyament que es facin servir per poder millorar i accelerar en la mesura del possible tot el procés

d'aprenentatge dels alumnes. Nosaltres en el cas de les pràctiques d'electrònica fem servir simuladors i una sèrie d'instrumental de laboratori.

Des del punt de vista pedagògic i entroncant amb alguns aspectes que ja hem vist de Vigotski, podem afegir algunes consideracions més. Per tant, la idea central de la ZDP la podem completar amb els següents punts (Caldeiro, 2005a):

- El problema que avui s'ha de fer amb l'ajuda d'una persona més experta, en el futur es podrà realitzar de forma autònoma i sense necessitat d'assistència externa.
- L'autonomia en el desenvolupament del procés, s'aconsegueix a través de l'assistència o auxili (això conforma una relació dinàmica entre aprenentatge i desenvolupament). En això té molt a veure la bastida i que aquesta estigui ben definida.
- La ZDP remet als processos constituïts dels Processos Psicològics Superiors (PPS)²², ja que el desenvolupament organitzat es converteix en desenvolupament mental i això posa en marxa tot un conjunt de processos evolutius.
- L'ajuda de les persones capacitades han de complir unes certes característiques (això Vigotski no ho desenvolupa, però altres autors com Bruner sí que ho fan). Com diu Baquero:

“Òbviament, no tota situació d'interacció entre persones de desigual competència generen desenvolupament. Només s'afirma que es requereixen instàncies de bon aprenentatge o, millor, de bon aprenentatge i ensenyança. Sabem que el bon aprenentatge és sols aquell que precedeix al desenvolupament i permet la seva producció.” (Baquero, 1997, 139)

- Cal plantejar-se la possibilitat, no solament de ZDP individuals, sinó que inclús es pot plantejar la definició de ZDP col·lectives. Aquests permetran el desenvolupament d'un col·lectiu.

“la ZDP obliga a pensar, més que en una capacitat o característica d'un individu, en les característiques d'un sistema d'interacció socialment definit.” (Caldeiro, 2005a).

De fet, la ZDP s'ha d'entendre como una possibilitat per ponderar potencialitats d'aprenentatge d'una forma més ajustada a la realitat dels individus. La ZDP promou arribar a definicions comuns de situacions o de les activitats empreses. El procés implica una toma de consciència de les operacions intel·lectuals posades en joc i un desenvolupament de la voluntat.

²² Aquests conceptes ja han estat vistos quan en parlat del pensament de Vigotski.

Segons destaca Suárez Guerrero (Suárez Guerrero, 2005), la ZDP és una eina per l'anàlisi de la interacció cooperativa dins dels marges d'acció tecnològica que les noves tecnologies de la informació i la comunicació configuren avui en dia per l'acció educativa. Això s'ha d'entendre des d'un punt de vista de condició social d'aprenentatge. Segons segueix dient Suárez Guerrero:

“La pertinència pedagògica d'aquesta categoria radica en que ens permet centrar la idea del que realment és aprofitable en l'educació educativa infovirtual, més enllà de la simple connectivitat de la xarxa, i consisteix en estimar les múltiples perspectives formatives que obre la interacció recíproca entre alumnes en conformar les xarxes cooperatives d'aprenentatge” (Suárez Guerrero, 2005)

Desenvolupem més extensament el concepte de bastida que hem plantejat en paràgrafs anteriors i que és el punt més important perquè la ZDP sigui el més gran possible. És a dir, que el nivell potencial sigui el més gran possible per optimitzar el procés.

2.2.5.1. Bastida

La bastida²³ és una situació d'interacció entre un individu de major experiència (ja sigui un professor o un company més capacitat) i un altre de menor experiència, en que el principal objectiu és la de transformar al novell en expert. L'activitat s'haurà de resoldre de forma cooperativa.

Estem parlant del procés de controlar els elements de les tasques d'aprenentatge de l'individu que estan lluny de les seves capacitats, de manera que es pugui centrar en dominar els que pot captar més fàcilment.

Es tracta d'una analogia amb les bastides de la construcció, ja que a l'igual que aquestes han de complir les mateixes funcions fonamentals. Les característiques que ha de complir una bona bastida són que:

1. Sigui *ajustable*: d'acord amb el nivell de l'individu novell i els progressos que es produeixin.
2. Sigui *temporal*: perquè si es torna crònic, no compleix amb l'objectiu d'obtenir l'autonomia.
3. Sigui *audible i visible*: a efectes de que es delegui un control gradual de les activitats sobre l'individu menys expert i que aquest les reconegui.

Hem de facilitar els medis i la interacció perquè l'alumne pugui adquirir els coneixements de forma satisfactòria, i valer-se a posteriori per si mateix en el cas de que s'enfronti amb el mateix problema.

²³ Tal com diu Baquero (Baquero, 1997) la seva formulació original va ser efectuada per Woods, Bruner i Ross

“En les situacions d’aprenentatge, al començament el mestre (o tutor) fa la major part del treball, però a posteriori, comparteix la responsabilitat amb l’alumne. Conforme l’alumne es torna més hàbil el professor va retirant la bastida perquè l’alumne es mogui independentment. La clau està en que l’alumne es mantingui en la ZDP, la qual es modifica en tant que aquest desenvolupa les seves capacitats.” (Cascio, Hernandez i Daly Duarte, 2006)

Aquests medis no solament estan lligats amb algú més expert directament que pot fer de guia, sinó que també s’estableixen llaços de cooperació en igualtat amb individus del mateix nivell.

Per exemple, des del punt de vista de pràctiques de laboratori, en processos de disseny, mesura i anàlisi de sistemes que siguin vistos de forma repetitiva, caldrà crear una bastida òptima per la primera vegada que s’afronti el problema, però després l’alumne haurà de ser capaç amb l’aprenentatge adquirit de repetir els processos d’aprenentatge necessaris per arribar a bon port. Cal anar modificant el tipus de bastida paulatinament al llarg de tot el procés d’aprenentatge.

En aquest punt es planteja l’existència de dispositius d’interacció definits asimètricament que aspirin a regular el desenvolupament natural de l’individu promovent formes artificials. La asimetria sembla inherent a les pràctiques d’ensenyança, bàsicament pel fet de que els diferents alumnes presenten un coneixement desigual.

2.3. Models actuals d'aprenentatge

2.3.1. Les arquitectures de l'ensenyament

Actualment no hi ha grans desenvolupaments teòrics que expliquin com aprenem les persones. Sembla donar-se una acceptació molt consensuada del constructivisme i prenent-lo com a base, es proposen models, maneres, arquitectures sobre com ensenyar.

Segons Jonassen, Peck i Wilson, (1999) la concepció constructivista actual de l'aprenentatge parteix dels següents supòsits:

1. **El coneixement es construeix:** les persones construïm representacions mentals que ens permeten donar significat a la realitat. Percebem i interpretem i creem models mentals que ens permeten comprendre el món i adaptar els nous coneixements a aquells que ja tenim.
2. **La realitat (el sentit que construïm del món) es troba a la ment:** Atorgar sentit al món té com a resultat un procés únic de coneixement ja que es basa en un conjunt d'experiències viscudes. Per tant, el coneixement no és quelcom extern que existeix per si mateix en el món físic i que ha de ser adquirit o transmès
3. **Així doncs, existeixen múltiples perspectives del món.** Cadascú de nosaltres elabora un coneixement del món diferent ja que les experiències i les percepcions no són úniques. Aquest coneixement del món es veurà afectada i afectarà a les experiències que compartim amb d'altres persones
4. **El coneixement es construeix a partir de les nostres interaccions amb el medi ambient.** Les persones només podem interpretar els fets en l'àmbit del nostre coneixement, i dins el context de les nostres experiències. És a dir, el coneixement que construïm no és només un conjunt d'idees sinó que també construïm coneixement sobre el context en el qual són adquirides
5. **Així doncs, el coneixement es troba ancorat o indexat en contextos rellevants.** El context és necessari per explicar o donar sentit a una idea. Les habilitats tenen més significat si es desenvolupen en contextos significatius. Si podem aplicar les idees a diferents contextos aprendrem una varietat de matisos; sense emmarcar-les en cap context perdran tot el seu significat.
6. **Conseqüentment, el coneixement no es pot transmetre.** Només podem ensenyar el que els nostres estudiants aprenen, la transmissió, com si de vasos comunicants es tractés, no és possible.
7. **La construcció del coneixement s'estimula per una qüestió de necessitat o desig de saber.** El que estimula el procés de construcció del coneixement és la diferència o dissonància entre el que ja sabem i el que observem en l'entorn. La resolució d'aquest conflicte resulta una perplexitat (Dufy i Cunningham, 1996), una pertorbació (Maturana, 1980), una violació d'expectatives (Shank, 1986) o una adaptació a l'entorn que suposa cicles d'assimilació i adaptació. Arribar a construir un significat implica motivació per saber.

8. **El significat es negocia de forma social.** Aprendre és un diàleg, un procés de negociació tan intern com social. No compartim només el món físic sinó part del món amb què donem significat al que ens envolta i ens passa.
9. **El significat i el pensament es distribueixen entre la cultura i la comunitat en les que vivim i les eines que utilitzem.** Sempre que entrem en una comunitat de pràctica, els nostres coneixements reben la influència d'aquesta comunitat. Quan ingressem en una comunitat de discurs sobre la pràctica també els nostres coneixements i creences reben la seva influència.
10. **No tot el significat es crea de la mateixa manera.** No tots els significats són vàlids. Cal examinar els significats en base a les normes social i intel·lectuals de la comunitat

En aquest marc constructivista podem extraure els principis per a un aprenentatge significatiu, que tindria els següents atributs:

- *Actiu:* processament conscient de la informació
- *Constructiu:* adaptació de les noves idees als coneixements prèviament adquirits
- *Col·laboratiu:* treball en comunitats d'aprenentatge, recolzament social, modelatge i observació de las contribucions dels membres de la comunitat
- *Intencional:* l'aprenentatge implica voler assolir un objectiu activament
- *Conversacional:* el coneixement es construeix en el diàleg
- *Contextualitzat:* les activitats d'aprenentatge seran significatives si estan contextualitzades en algun cas o problema
- *Reflexiu:* articulació del que s'aprèn i reflexió sobre els processos i les decisions

La irrupció a les nostres vides de la tecnologia i els intens d'innovació docent també han portat a dissenyar i desenvolupar recursos (programari, entorn, eines etc.) explícits que permetin desplegar tant a docents com a estudiants un tipus concret de disseny instruccional i per tant, fomentar un tipus d'aprenentatge (per exemple el Knowledge Forum per a l'aprenentatge cooperatiu)

La intenció és explicar aquí, breument algunes arquitectures o models de l'ensenyament. És a dir, propostes metodològiques que permeten assolir uns nivells òptims d'aprenentatge. Subjacentes a aquestes arquitectures trobarem el constructivisme i concretament l'aprenentatge per descobriment.

a) Aprenentatge a través de la pràctica basat en la simulació (Simulation-Based Learning by Doing)

Aprendre a partir de la simulació. Aquesta arquitectura té l'objectiu de que els alumnes aprenguin cada habilitat a través de la pràctica. Ja que fer la tasca és el que prepara a l'alumne per a la vida real, és important que l'alumne pugui participar activament en les tasques. Es poden construir simulacions de tot tipus. El dissenyador ha de comprendre prou bé la situació per a que les simulacions siguin el màxim d'acurades. Aquestes simulacions es plantegen als estudiants i ells han de treballar immersits en un context dissenyat per aprendre una sèrie d'habilitats i competències. Això pot voler dir, en el cas de les interaccions persones-amb-persones, haver de crear models complexos d'institucions humanes i planificació humana i conducta emocional. L'arquitectura d'aprenentatge a través de la pràctica basat en la simulació és òptim quan la matèria d'aprenentatge prové essencialment de l'experiència (de la pràctica).

b) Aprenentatge Incidental (Incidental Learning)

Aprenentatge incidental. Òbviament, no tot és divertit d'aprendre. De fet, algunes coses són terriblement avorrides d'aprendre. Però les persones habitualment aprenen una varietat d'informació que és bastant pesada, sense arribar a avorrir-se del tot. Sovint, això s'aconsegueix agafant la informació "de passada", sense intentar aprendre la informació del tot. L'arquitectura de l'Aprenentatge Incidental es basa en la creació de tasques en que els resultats finals són inherentment interessants, i que poden ser utilitzats per impartir informació pesada. Hem construït programes que imparteixen informació incidental a la vegada que impliquen l'usuari en una tasca divertida i interessant.

El fenomen de l'aprenentatge incidental pot ser explotat com una aproximació a l'ensenyament que funciona millor que la manera en que les escoles tradicionalment fan que els nens aprenguin els fets sobre el món, és a dir, la memorització. La memorització té problemes. No és divertida i no porta a un coneixement ben indexat. L'aprenentatge incidental ofereix una manera de que els alumnes aprenguin fets que supera les limitacions de la memorització.

c) Aprenentatge per Reflexió (Learning by Reflection)

A vegades un alumne no necessita que se li expliqui una cosa, sinó que necessita saber com preguntar-la. Podria ser que l'alumne tingués un pla imprecís sobre el qual volgués meditar. O potser l'alumne té un problema i vol descobrir com afrontar-lo. O ha acabat un projecte i vol pensar en com ho podria haver fet millor. En aquests casos, la tasca d'un professor és obrir els ulls de l'alumne a noves maneres de pensar sobre la seva situació, per ajudar-lo a articular la situació i a generar maneres de moure's endavant. El treball del professor es reflexionar juntament amb l'alumne.

De vegades els alumnes són els seus millors professors, si tenen algú al voltant que vulgui escoltar les idees que tenen. Evidentment, les escoles tenen la tendència de donar molt poc temps per a aquesta reflexió dels alumnes, i encara menys per a que els professors escoltin. Els alumnes poques vegades proven els seus pensaments amb els

seus professors perquè saben que no hi ha cap possibilitat de que el professor tingui el temps requerit, la paciència, i la habilitat de reservar-se el judici. Però quan als alumnes se'ls permet idear i cercar activitats en les que estan interessats, generen idees de forma natural, hipòtesis, i preguntes. Estan preparats per a aprendre de les seves pròpies idees, si podem trobar la manera d'ajudar-los.

d) Ensenyament basat en casos (Case-Based Teaching)

Ensenyament a partir de casos. Aquesta arquitectura depèn d'aquestes dues idees: els experts són depositaris de casos reals, i els bons professors són bons explicadors d'històries. El docent, doncs, planteja una cas real i proposa el seu treball pràctic als estudiants. La tasca d'aquesta arquitectura és fer adonar als alumnes exactament el que necessiten saber quan necessiten saber-ho en situacions reals i per tant quines habilitats i competències necessiten. Quan els alumnes aprenen amb la pràctica, experimenten errades de coneixement, moments en que s'adonen que necessiten més informació per a progressar. En aquests moments, l'Ensenyament basat en Casos pot proporcionar el coneixement que els alumnes necessiten. Donat que els fets aïllats són difícils d'integrar en la memòria dels alumnes, la informació útil típicament és presentada millor en forma d'històries.

Les persones aprenen a través dels errors. Encara quan la gent associa el fracàs amb l'educació, tendeixen a recordar l'agonia de les males notes a l'escola o el tenir vergonya davant dels seus companys més que no l'emoció per aprendre. Certament el fracàs pot ser agonitzant. Pot ser fins i tot, catastròfic. La majoria de fracassos, però, no són catastròfics: simplement són "fracassos d'expectatives". Això vol dir, quan esperes alguna cosa i en passa una altre diferent. És fàcil veure com aquests fracassos en les expectatives porten a l'aprenentatge.

Considerem les experiències d'un adolescent amb el sexe oposat. Quan un noi porta una cita al circ i s'ho passen especialment bé, generalitzarà a partir d'aquella experiència. Potser provarà anar al circ una altra vegada quan s'ho vulgui passar d'allò més bé amb una altra cita. Si no funciona, el noi pensarà en el perquè o modificarà el seu comportament en un intent de fer-ho millor la propera vegada. Les generalitzacions proporcionen expectatives i quan aquestes expectatives fallen (quan fracassa la segona cita), indiquen una oportunitat per a aprendre. Quan els nens esdevenen adults, creen mini-teories del sexe oposat construint aquestes generalitzacions i reparant-les quan no funcionen.

Aquest és el cicle de la comprensió a la feina. Etiquetem les nostres experiències respecte dels seus resultats. Quan el resultat es relaciona amb les expectatives, no aprenem massa; simplement continuem amb les mateixes conductes o accions. Quan els resultats fallen en la relació amb les expectatives, ens hem de recuperar del fracàs per a no repetir el mateix comportament la propera vegada. Així que podem aprendre molt del fracàs.

Fins i tot el que típicament anomenem "èxit" sovint implica fracàs d'expectatives. El raonament basat en casos es la forma predominant en que les persones pensen sobre el seu món. Al decidir que fer en una situació donada, confiem en les memòries de les

experiències més similars que hem tingut, i les utilitzem com a guia. Donat que aquest tipus de raonament és tant fonamental, té sentit que ajustem l'aprenentatge a aquest.

En definitiva, una manera d'entendre el que les persones saben és analitzar les seves històries. El recurs que ens permet analitzar-les és el Raonament Basat en Casos (RBC). L'RBC és un mètode d'intel·ligència artificial per a representar els coneixements de les persones. Parteix de la bases que les persones arxivem els coneixements en forma d'històries. Quan apareix una situació nova, el que fem és recuperar el que ja hem experimentat i que ens serveixi per a la situació actual. Entrem en un procés de comparació i per tant, d'aprenentatge afegint un nou cas a la nostra memòria.

e) **Aprenre explorant (Learning by Exploring)**

Les arquitectures prèvies treballen amb els problemes difícils d'implicar els alumnes en el seu propi aprenentatge i deixar-los aprendre a través de la realització de les tasques que els interessin. Com ja hem indicat, quan els alumnes s'impliquen, generen preguntes de forma natural. Estan preparats per a aprendre d'aquestes preguntes.

Un mètode important d'ensenyament és respondre les preguntes de l'alumne alhora que aquest les genera, i mantenir una conversa, responent les preguntes de seguiment que genera. L'arquitectura d'aprenentatge per exploració està pensada per a proporcionar aquestes respostes en un format conversacional.

Un model és el IDEAL (Bransford i Stein, 1984) que descriu la solució de problemes com Identificar problemes potencials, Definir i representar el problema, Explorar possibles estratègies i Actuar sobre aquestes estratègies i Mirar enrere (*Look back*, en anglès) i valorar l'efecte d'aquestes activitats.

Molts alumnes potser no estan interessats en el currículum, però tothom està interessat en les parts del món que creu que tenen relació amb la seva existència. Aquest interès propi bàsic, si se li permet florir intel·lectualment, pot portar a una gran varietat de descobriments motivats per la curiositat basada en necessitats internes.

Si volem que els alumnes persegueixin els seus propis interessos, hem de proporcionar-los la manera d'obtenir respostes a les seves preguntes. Moltes de les arquitectures d'ensenyament estan, de fet, dissenyades específicament per a portar els alumnes fins el punt de que vulguin saber alguna cosa. Com els hem d'ajudar?

Un professor no pot saber les respostes a totes les preguntes que podrà fer un alumne. La idea de que un professor sap tot el que cal saber és irreal. El model un-per-trenta d'aprenentatge hauria de ser exactament al revés - trenta professors per a un alumne. Els alumnes haurien de tenir accés a una varietat d'experts.

Han de tenir accés a aquests experts de forma fàcil i ràpida, i han de tenir la oportunitat de comparar i contrastar les diferents opinions dels diferents experts. Aprenre per exploració simplement vol dir permetre els alumnes a cercar els seus propis interessos.

f) **Aprendre fent (Learning by doing)**

Realment només hi ha una manera d'aprendre a fer alguna cosa i es fent-la. Si vols aprendre a xutar una pilota de futbol, conduir un cotxe, muntar una trampa per ratolins, dissenyar un edifici, fer un sofregit, o ser professor, has de fer un intent i provar-ho. Al llarg de la història, els joves han estat aprenents dels seus mestres per tal d'aprendre un ofici. Entenem que aprendre un ofici vol dir, posar finalment a prova la nostra habilitat en aquesta tasca. Quan no hi ha cap mal en provar-ho simplement deixem que els novells "facin un intent".

Els pares normalment ensenyen els nens d'aquesta manera. No donen lliçons als nens per preparar-los per a caminar, parlar, trepar, córrer, jugar a un joc, o aprendre a comportar-se. Simplement deixen que els nens ho facin. Li donem una pilota a un nen per ensenyar-li a tirar-la. Si la tira malament, simplement ho torna a provar. Els pares toleren asseure's al seient del passatger mentre el seus fills adolescents proven el seient del conductor per primera vegada. És angoixant, però els pares ho suporten perquè saben que no hi ha cap altra manera.

Pel que fa a l'escola, però, en comptes de deixar que els alumnes aprenguin fent, creem cursos d'instrucció que parlen als alumnes sobre la teoria de la tasca sense concentrar-se en fer la tasca. No és fàcil veure com s'ha d'aplicar l'aprenentatge pràctic a l'educació. En comptes d'això, fem classes magistrals. El learning by doing intenta posar l'èmfasi en el fer i aquí trobaríem tots aquells dissenys instruccionals que es basen en la resolució de problemes (una de les metodologies més esteses és l'Aprenentatge per Problemes)

2.3.2. El paper de la tecnologia. Entorns d'aprenentatge centrats en l'estudiant

Hirumi (2002) desenvolupa un model per a dissenyar entorns d'aprenentatge rics en tecnologia i centrats en l'estudiant (SCenTRLE).

SCenTRLE permet fer operatius els principis constructivistes per a l'ensenyament i l'aprenentatge. Consta de 8 passes fonamentals que permeten la construcció del coneixement.

Aquestes fases, a tall molt resumit, són:

1. **Establir el repte de l'aprenentatge.** El repte, que pot prendre diverses formes, ha d'estar formulat dins un context autèntic i de tal manera que hauria de descriure el que els estudiants haurien de ser capaços de fer com a resultat de l'aprenentatge.
2. **Negociar el objectius i les metes d'aprenentatge.** La intenció és que l'estudiant desenvolupi la capacitat de valorar els seus propis requeriments d'aprenentatge i així se l'ajudarà a establir les metes d'aprenentatge individuals i els objectius del curs.

3. **Negociar les estratègies d'aprenentatge.** L'estudiant ha de poder respondre a aquesta pregunta: com aconseguiràs cada un dels teus objectius?
4. **Crear el coneixement.** Treball individual i grupal dels estudiants per a crear el coneixement i les habilitats.
5. **Negociar els criteris d'actuació.** Ajudar l'estudiant a definir criteris d'actuació per a assolir els objectius proposats. Per exemple, caldria respondre a preguntes com: com demostraràs que has adquirit els objectius de l'aprenentatge? O quines són les característiques d'una actuació excel·lent, satisfactòria i poc satisfactòria?. Els resultats, en definitiva seran l'autovaloració, la valoració del grup i la valoració del docent.
6. **Dirigir la valoració pròpia, del grup o de l'expert.** Es demana a l'estudiant que valori la seva feina i també que demani a un adult que avaluï la seva tasca segons els criteris d'actuació i les ressenyes d'avaluació creades en la fase anterior
7. **Dirigir l'actuació i la retroalimentació.** Aquesta fase de fet té lloc durant tot el procés. El docent ha de guiar l'estudiant en tot moment i proporcionar-li la retroalimentació necessària. Cal tenir present que també els estudiants es retroalimenten entre ells.
8. **Comunicar els resultats.** Comunicació formal dels resultats. Tot i que durant tot el procés hi ha hagut una retroalimentació constant, és amb el producte final que l'estudiant espera un resultat. Tenint en compte els passos anteriors caldrà buscar una fórmula que permeti recollir, formalment, els resultats (exemple: portfoli d'aprenentatge)

Aquest model neix en resposta a fer operatives les necessitats constructivistes i està centrat, òbviament en l'aprenent. La tecnologia aquí hauria de permetre dur a la pràctica aquests 8 passos. Els resultats sobre l'efectivitat d'aquest model encara no estan prou contrastats tot i que semblen esperançadors.

Crear un entorn per a un SCenTRLE, implica d'una manera o altra, en un o altre moment del procés, utilitzar la tecnologia. Fins i tot pot ser el mitjà principal d'entorn de treball, com podria ser-ho un Entorn Virtual per a l'Ensenyament i Aprenentatge (EVEA).

En aquest capítol hem fet un repàs a les teories clàssiques de l'aprenentatge que el doctorand ha escollit ja que són presents de manera subjacent en la concepció que ell té de l'aprenentatge i així ho aplica en la seva assignatura. Això es tradueix en un sistema instruccional que passarem a detallar i analitzar en el següent capítol

Capítol 3

Aplicació de les teories de l'aprenentatge a l'assignatura

3.1. Introducció

“Les nostres perspectives de l'aprenentatge són importants: el que pensem de l'aprenentatge influeix en la nostra manera de com el reconeixem i en el que fem quan decidim que hem de fer alguna cosa al respecte com a individus, com a comunitats i com a organitzacions” (Wenger, 2001, *Comunidades de práctica*, 26)

Aquesta cita ens podria il·lustrar quina és la línia de pensament que tenim el cos docent sobre el conjunt de pràctiques que es desenvolupen a Enginyeria i Arquitectura La Salle de la URL¹.

Per poder planificar un aprenentatge òptim, el màxim rendiment dels nostres estudiants, cal tenir una perspectiva àmplia del conjunt dels estudis i no quedar-nos en la visió fragmentada de cada una de les assignatures concretes. Com a professor individuals, i especialment com a comunitat cal fer tot allò que sigui necessari per tal de crear bons professionals sense perdre de vista el marc sobre l'aprenentatge.

Necessitem una perspectiva sobre l'aprenentatge que ens ajudi i ens doni una visió ajustada de com es realitza el procés, i de quin paper poden arribar a jugar les noves tecnologies.

Les teories socioculturals de Vigotski i alguns estudis posteriors sobre aquestes (que generen variants com poden ser els estudis de Daniels (Daniels, 2003), constitueixen en el seu conjunt una font àmplia per emprendre l'anàlisi del valor de la interacció social, com del paper de la mediació instrumental, en el desenvolupament de la cognició. Tal com diu Suárez Guerrero:

“La teoria sociocultural incita una mirada específicament diferent sobre les condicions d'aprenentatge, és a dir, estimula una avaluació dels diversos elements del procés d'aprenentatge en funció de la capacitat d'enriquiment dels contextos, processos i recursos per la interacció.” (Suárez Guerrero, 2005)

El medi social i cultural, és per tant, una eina d'impuls per al desenvolupament de l'aprenentatge de l'individu. Com diu Crook (Crook, 1998) podem considerar l'aprenentatge com una experiència purament social. I no només estem parlant de la interacció social pensant en l'alumne-professor o amb la interacció amb màquina, sinó que tal com ens diu Pozo:

“a vegades els aprenents poden elaborar millors ajudes pels seus companys que el mestre, perquè coneixen millor el territori, ja que acaben de passar per ell, fent-se les mateixes preguntes i trobant algunes solucions que compartir.” (Pozo, 1990, 30)

¹ A La Salle es fan carreres tant d'enginyeria com d'arquitectura, tant de primer cicle, com de segon cicle. Cal indicar que el doctorand és professor d'Enginyeria.

No hem d'oblidar, per tant, que les relacions entre iguals (alumne-alumne) estan jugant un paper cabdal en l'aprenentatge. Això ens porta a preguntar-nos com les podem aprofitar per millorar tot el sistema.

Tenint en compte aquestes relacions socioculturals i la ZDP de Vigotski, podem desenvolupar un sistema d'avaluació i millora contínua de les pràctiques que es desenvolupen a Enginyeria i Arquitectura La Salle.

Nosaltres ens centrarem en estudiar les carreres i especialitats d'enginyeria. Dins d'aquestes n'hi ha d'informàtica, multimèdia, electrònica i telecomunicacions. Ens centrarem en els estudis de d'electrònica, tenint clar que dins d'aquesta carrera hi ha assignatures amb pràctiques que abracen totes les matèries anteriors. També ens servirà d'ajuda en tot l'estudi les experiències que ja tenim amb sistemes de teleformació en carreres de Telecomunicacions i Informàtica.

Les carreres amb un vessant més electrònic a Enginyeria La Salle disposen de nombroses assignatures que tenen pràctiques diferencials dins de les diverses àrees de coneixement. Algunes d'aquestes ja s'imparteixen en modalitat de teleformació (realment la majoria tenen format semipresencial ja que la presencialitat esdevé imprescindible per fer algunes pràctiques) i aquesta experiència serà el marc contextual d'aquest treball.

Farem l'estudi més concret de les assignatures purament electròniques que es realitzen en els primers cicles esmentats i que tenen una continuació temàtica clara:

Electrònica Bàsica	(primer curs)
Electrònica II	(segon curs)
Electrònica Digital	(tercer curs)

Cal dir, que encara que ens hem centrat en les carreres tècniques, en el cicle superior hi ha també dues assignatures que són la continuació d'aquestes i que formen la columna vertebral de les assignatures electròniques, a les quals se'ls podria aplicar l'estudi que estem realitzant:

Electrònica de Potència	(primer curs de segon cicle)
Electrònica Integrada	(segon curs de segon cicle)

A banda d'aquestes assignatures purament electròniques n'hi ha d'altres que en més o menys mesura també toquen conceptes electrònics, ja siguin des del punt de vista analògic o digital. Aquestes es fan des del primer curs de la carrera fins l'últim:

Introducció als ordinadors	(primer curs)
Electrotècnia	(segon curs)
Lògica	(segon curs)
Ordinadors	(tercer curs)
Instrumentació	(tercer curs)
Sistemes electrònics de control	(tercer curs)

Totes aquestes assignatures majoritàriament segueixen el mateix format:

- una explicació pràctica,
- una simulació, si s'escau,
- un muntatge. (Tot i que aquesta última fase en algunes assignatures pràctiques no es realitza, ja que es considera que amb la simulació, ja és suficient)

Fent una anàlisi amb perspectiva d'aquestes assignatures i travessant-les amb els conceptes de *ZDP* i *bastida*, podem assegurar que, des del seu disseny i la seva planificació, a mesura que avancem en la carrera, la bastida es va fent progressivament menor. És a dir, el guiatge, a mesura que l'alumne va adquirint el seu coneixement, se li va retirant paulatinament perquè sigui ell qui afronti els problemes. Així que compleix el precepte que la bastida ha de ser temporal.

D'una manera natural i evolucionant durant el procés d'ensenyament les assignatures en les quals ens basarem tenen una clara distribució interna, una part teòrica i altra pràctica, és a dir fer o pensar. Aquesta divisió dintre de la mateixa matèria tendeix a ser molt clara i difícil d'eliminar. Els professors que expliquen la teoria, normalment no són els mateixos que expliquen les pràctiques. Un professor presenta la teoria a manera de conferència a l'aula, mentre que aquest mateix o un supervisor pràctic serà l'encarregat de la simulació en un taller o laboratori.

Cal dir que aquestes pràctiques sempre són en grups. Es fan en grups de dues o tres persones i això facilita la relació social i que alumnes més capaços puguin ajudar a alumnes menys capaços i que el nivell potencial dels segons pugui augmentar. Això també lliga amb els conceptes que hem parlat de la *ZDP* i la *bastida*.

Cal indicar que els professors d'Enginyeria La Salle², majoritàriament són ex-alumnes de les mateixes carreres, la qual cosa proporciona una experiència addicional per poder millorar tota la dinàmica de les pràctiques. Aquests professors han passat pel mateix camí que els seus alumnes i poden gaudir d'aquesta experiència per millorar les pràctiques.

Igualment, per facilitar el guiatge de l'aprenentatge els professors de pràctiques són de cursos superiors, que han passat per les mateixes assignatures fa un espai curt de temps i poden aportar la seva experiència en el procés d'aprenentatge per ajudar als alumnes novells a guiar-los millor i incidir en aquells conceptes que realment costen més d'adquirir.

En aquest aspecte coincidim amb el criteri de la cita anterior de Pozo. Com hem comentat, la relació alumne-alumne és tant bona (Pozo, 1990) des del punt de vista social com la relació alumne-professor, per millorar l'aprenentatge de l'alumne. I els professors de pràctiques, malgrat són professors, el fet de que siguin alumnes de cursos superiors crea una complicitat ideal pel desenvolupament de les pràctiques i per la millora de l'aprenentatge dels alumnes i el seu desenvolupament.

² Ens centrem en Enginyeria La Salle, deixant de banda la vessant arquitectònica, degut a l'enfocament que li volen donar a aquest treball, tot i que en algunes pràctiques amb ordinadors que es fan a Arquitectura (sobre tot en l'ús de programes d'ajuda al disseny virtual) es podrien aplicar les mateixes idees.

En l'assignatura en concret en que el doctorand és professor, *Electrònica II*, assignatura de segon curs de pràcticament totes les carreres i especialitats³, es segueix el format complet i l'estructura de professors que hem comentat fins aquí: primer es fa una explicació teòrica, després es fa una simulació dels circuits explicats i després es fa un muntatge d'aquests circuits.

El doctorand que és professor de l'assignatura teòrica és ex-alumne de l'Escola, i les fases de simulació i muntatge que es realitzen al laboratori són guiades per professors que són alumnes de cursos superiors.

Aquesta assignatura està en un punt mig en la cadena de coneixements de l'electrònica necessària per un enginyer, i segueix el procés natural d'avançament de matèries de forma progressiva en nivell de dificultat, la qual cosa fa que el nivell potencial de l'alumne en cada esglaó d'aquesta cadena pugui ser màxim i apropar-se al nivell del professor.

Això fa que la zona de desenvolupament pròxim (ZDP) va variant a mida que l'estudiant va progressant en els seus estudis i el permet establir nivells d'aprenentatge que no trenquen el camí, ni el desenvolupament òptim del procés d'aprenentatge de l'alumne.

És a dir, que ens plantejem l'evolució de la formació de l'estudiant no només en l'assignatura en concret com una illa deserta, sinó que la seva evolució la considerem inclosa dins de tota una sèrie d'assignatures (no ens mirem només a nosaltres, sinó que mirem tota la comunitat).

Cada una de les pràctiques, per facilitar l'adquisició dels coneixements es divideix en diferents fases. Això permet anar variant la ZDP i en cada un dels diferents processos aquesta sigui la més òptima possible. Al llarg de cada una de les fases s'han de fer pre-entregues per veure si està ben encaminat el problema i es pot continuar o bé s'ha de reorientar tot el procés. La bastida per tant es personalitza i s'adapta a cada un dels nivells dels alumnes.

Pel vist fins aquí i pensant en tots els conceptes teòrics vistos en els apartats anteriors, des del nostre punt de vista sembla coherent dir que la definició de pràctiques que tenim en l'assignatura a estudi, s'adapta i molt a les expectatives i necessitats que s'espera d'unes pràctiques sota la visió de la teoria de l'aprenentatge de Vigotski i les seves posteriors interpretacions.

El treball que desenvolupem en aquesta tesis inclou tests per tal de poder verificar estadísticament algun d'aquests aspectes que acabem de comentar sobre les pràctiques a objecte d'estudi i el procés d'aprenentatge.

³Aquesta assignatura es cursa en totes les diferents especialitats de l'Enginyeria Tècnica de Telecomunicacions que es cursen a Enginyeria La Salle: Sistemes Electrònics, Imatge i So, Sistemes de Telecomunicació i Telemàtica. Cal indicar que també és optativa en les carreres tècniques d'Informàtica (tant en l'especialitat de Sistemes Informàtics com en l'especialitat de Gestió).

3.2. Processos d'aprenentatge i les seves concepcions

El procés d'aprenentatge és un conjunt d'accions individuals, del propi subjecte, encaminades a assolir uns objectius educatius definits. Tant els objectius educatius de l'estudiant com el seu procés d'aprenentatge poden i han de ser estimulats externament pel professor i el seu entorn. Tot el procés es desenvolupa en un context social i cultural actuant sobre la dinàmica cognitiva del subjecte. Aquesta dinàmica pot actuar relacionant els nous coneixements amb les estructures cognitives prèvies (coneixements previs).

Partint del fet que la xarxa d'esquemes cognitius prèvia de l'alumne o estudiant ("el que ja sap") juga un paper crucial en l'assimilació del nou coneixement ("allò nou a saber") i que es pretén aconseguir un bon ancoratge dels nous continguts i per tant un bon procés d'aprenentatge, concloem que són vitals tres factors bàsics.

- **Poder aprendre:**

Els coneixements previs són necessaris per a poder aprendre. L'estructura cognitiva ha d'estar en condicions de rebre nova informació. L'estudiant ha de ser capaç de relacionar aquells nous continguts amb el què ja ha après anteriorment. Aquests nous aprenentatges dependran, també, de capacitats i habilitats cognitives (atenció, selecció de la informació, transformació de la informació etc.).

- **Saber aprendre:**

En el moment que la nova informació va creixent en quantitat i complexitat en l'estructura cognitiva de l'estudiant és, en bona part, justificable a partir d'una "experiència" de l'individu. Els bons hàbits i les tècniques d'estudi apropiades generen, en l'individu, la possibilitat d'una absorció major de coneixement i per tant un ancoratge més sòlid de tot allò nou. Aquestes habilitats serien les:

- Elaboratives (relacionant la nova informació amb l'anterior): subratllar, completar frases, resumir, esquematitzar, elaborar diagrames i mapes conceptuais...
- Repetitives (memoritzant): copiar, recitar...
- De comprensió: vocabulari, estructures sintàctiques...
- Exploratòries: explorar, experimentar...
- D'aplicació: aplicar coneixements a noves situacions, creativitat...
- Instrumentals bàsiques: observació, lectura, escriptura...

- Regulatives (metacognició): analitzant els propis processos cognitius i reflexionant sobre els seus processos.

○ **Voler aprendre:**

Per a poder portar a terme un bon aprenentatge, l'individu, ha de concentrar i dirigir en una direcció determinada l'energia perquè la xarxa neuronal realitzi noves connexions. La motivació en el subjecte és clau per a voler aprendre i que l'aprenentatge sigui reeixit. La curiositat vindrà facilitada pel docent i els propis continguts. L'èxit final estarà també vinculat a factors personals tals com la personalitat i la força de voluntat. Així també hi incidirien els factors familiars, d'entorn, tècniques d'ensenyament, el mestre...

El subjecte que es troba immers en un procés d'aprenentatge realitzarà una modificació en la seva estructura cognitiva i en els seus coneixements, per tant, les maniobres cognitives realitzades seran fonamentals perquè l'aprenentatge sigui efectiu.

Al llarg de la història s'han donat diferents concepcions sobre la forma en que s'executen els processos d'aprenentatge o es realitzen per part de l'individu les tècniques cognitives.

A continuació, i com a quadre resum del que hem treballat fins al moment, una taula en la que es reflecteixen els nuclis de les concepcions sobre l'aprenentatge que tenen relació amb l'enfocament del problema que ens ocupa.

CONCEPCIONS SOBRE ELS PROCESSOS D'APRENTATGE	
CONCEPCIONS	LLEIS, PROPOSTES...
<p><i>La perspectiva conductista. Arrenca dels estudis psicològics de Pavlov sobre condicionament i dels treballs de Thorndike sobre el reforç, tenint en Skinner el seu màxim exponent en tecnologia educativa, intenta explicar l'aprenentatge a partir d'unes lleis i mecanismes comuns per a tots els individus.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Condicionament operant. Formació de reflexos condicionats mitjançant mecanismes d'estímul-resposta-reforç: les accions que obtenen un reforç positiu tendeixen a ser repetides. - Assaig i error amb reforços i repetició. - Associacionisme: els coneixements s'elaboren establint associacions entre els estímuls que es capten. Memorització mecànica. - Ensenyament programat. Resulta especialment eficaç quan els continguts estan molt estructurats i seqüenciats i es precisa un aprenentatge memorístic. La seva eficàcia és menor per a la comprensió de processos complexos i la resolució de problemes no convencionals.

<p>Teoria del processament de la informació. La teoria del processament de la informació, influïda pels estudis cibernètics dels anys cinquanta i seixanta, presenta una explicació sobre els processos i canvis interns que es produeixen durant l'aprenentatge. Els seus plantejaments bàsics, en línies generals, són àmpliament acceptats. Considera les següents fases principals:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Captació i filtre de la informació a partir de les sensacions i percepcions obtingudes en interactuar amb el mitjà. - Emmagatzematge momentani en els registres sensorials i entrada en la memòria a curt termini, on, si es manté l'activitat mental centrada en aquesta informació, es realitza un reconeixement i codificació conceptual. - Organització i emmagatzematge definitiu en la memòria a llarg termini, on el coneixement s'organitza en forma de xarxes. Des d'aquí la informació podrà ser recuperada quan sigui necessari.
<p>Aprenentatge per descobriment. La perspectiva de l'aprenentatge per descobriment, desenvolupada per J. Bruner, atribueix una gran importància a l'activitat directa dels estudiants sobre la realitat.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Experimentació directa sobre la realitat, aplicació pràctica dels coneixements i la seva transferència a diverses situacions. - Aprenentatge per penetració comprensiva. L'alumne experimentant descobreix i comprèn el que és rellevant, les estructures. - Pràctica de la inducció: del concret a l'abstracte, dels fets a les teories. - Utilització d'estratègies heurístiques, pensament divergent. - Currículum en espiral: revisió i ampliació periòdica dels coneixements adquirits.
<p>Aprenentatge significatiu (Ausubel, Novak) postula que l'aprenentatge ha de ser significatiu, no memorístic, i per a això els nous coneixements han de relacionar-se amb els sabers previs que posseeixi l'aprenent. Enfront de l'aprenentatge per descobriment de Bruner, defensa l'aprenentatge per recepció on el professor estructura els continguts i les activitats a realitzar perquè els coneixements siguin significatius per als estudiants.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Condicions per a l'aprenentatge: significació lògica (es pot relacionar amb coneixements previs), significació psicològica (adequació al desenvolupament de l'alumne), actitud activa i motivació. - Relació dels nous coneixements amb els sabers previs. La ment és com una xarxa proposicional on aprendre és establir relacions semàntiques. - Utilització d'organitzadors previs que facilitin l'activació dels coneixements previs relacionats amb els aprenentatges que es volen realitzar.

	<p>- Diferenciació-reconciliació integradora que genera una memorització comprensiva.</p> <p>- Funcionalitat dels aprenentatges, que tinguin interès, es vegin útils.</p>
<p>Psicologia cognitivista. <i>El cognitivisme (Merrill, Gagné...), basat en les teories del processament de la informació i recollint també algunes idees conductistes (reforç, anàlisi de tasques) i de l'aprenentatge significatiu, apareix en la dècada dels seixanta i pretén donar una explicació més detallada dels processos d'aprenentatge, distingeix:</i></p>	<p>- L'aprenentatge és un procés actiu. El cervell és un processador paral·lel, capaç de tractar amb múltiples estímuls. L'aprenentatge té lloc amb una combinació de fisiologia i emocions. El desafiament estimula l'aprenentatge, mentre que la por ho retreu</p> <p>- Condicions internes que intervenen en el procés: motivació, captació i comprensió, adquisició, retenció.</p> <p>Posteriorment quan es faci una pregunta a l'estudiant s'activaran les fases: record, generalització o aplicació (si és el cas) i execució (al donar la resposta, que si és encertada donarà lloc a un reforç)</p> <p>- Condicions externes: són les circumstàncies que envolten els actes didàctics i que el professor procurarà que afavoreixin al màxim els aprenentatges.</p>
<p>Constructivisme. <i>J. Piaget, en els seus estudis sobre epistemologia genètica, en els quals determina les principals fases en el desenvolupament cognitiu dels nens, va elaborar un model explicatiu del desenvolupament de la intel·ligència i de l'aprenentatge en general a partir de la consideració de l'adaptació dels individus al mitjà.</i></p>	<p>- Considera tres estadis de desenvolupament cognitiu universals: sensoriomotor, estadi de les operacions concretes i estadi de les operacions formals. En tots ells l'activitat és un factor important per al desenvolupament de la intel·ligència.</p> <p>- Construcció del propi coneixement mitjançant la interacció constant amb el mitjà. El que es pot aprendre a cada moment depèn de la pròpia capacitat cognitiva, dels coneixements previs i de les interaccions que es poden establir amb el mitjà. En qualsevol cas, els estudiants comprenen millor quan estan embolicats en tasques i temes que captiven la seva atenció.</p>

	<p>-Reconstrucció dels esquemes de coneixement. El desenvolupament i l'aprenentatge es produeix a partir de la seqüència: equilibri - desequilibri – equilibri (que suposa una adaptació i la construcció de nous esquemes de coneixement).</p> <p>Aprendre no significa ni reemplaçar un punt de vista (l'incorrecte) per altre (el correcte), ni simplement acumular nou coneixement sobre el vell, sinó més aviat transformar el coneixement. Aquesta transformació, al seu torn, ocorre a través del pensament actiu i original de l'aprenent. Així doncs, l'educació constructivista implica l'experimentació i la resolució de problemes i considera que els errors no són negatius per a l'aprenentatge sinó més aviat la base del mateix.</p>
<p>Socio-constructivisme. Basat en moltes de les idees de Vigotski, considera també els aprenentatges com un procés personal de construcció de nous coneixements a partir dels sabers previs (activitat instrumental), però inseparable de la situació en la qual es produeix. Emfasitza en els següents aspectes:</p>	<p>- Importància de la interacció social. Aprendre és una experiència social on el context és molt important i el llenguatge juga un paper bàsic com eina medidora, no solament entre professors i alumnes, sinó també entre estudiants, que així aprenen a explicar, argumentar... Aprendre significa "aprendre amb uns altres", recollir també els seus punts de vista. La socialització es va realitzant amb "altres" (iguals o experts).</p> <p>- Incidència en la zona de desenvolupament pròxim, en la qual la interacció amb els especialistes i amb els iguals pot oferir una "bastida" on l'aprenent pot donar-se suport.</p> <p>Actualment l'aprenentatge col·laboratiu i l'aprenentatge situat, que destaca que tot aprenentatge té lloc en un context en el qual els participants negocien els significats, recullen aquests plantejaments. L'aula ha de ser un camp d'interacció d'idees, representacions i valors. La interpretació és personal, de manera que no hi ha una realitat compartida de coneixements. Per això, els alumnes individualment obtenen diferents interpretacions dels mateixos materials, cadascun construeix (reconstrueix) el seu coneixement segons els seus esquemes, els seus sabers i experiències prèvies, el seu context...</p>

Taula 10: Basada en “Concepcions dels processos d'aprenentatge” Pere Marquès (UAB, 1999)

Algunes d'aquestes teories les hem tractat en el capítol anterior però farem un petit resum de les més significatives per a analitzar el procés d'aprenentatge universitari i com influeixen i s'adeqüen al tipus d'ensenyament impartit en Enginyeria i Arquitectura La Salle, distribuint cadascuna segons el seu caràcter (procés teòric, procés pràctic).

3.3. Procés d'aprenentatge a Enginyeria i Arquitectura La Salle

"El treball del mestre no consisteix tant a ensenyar tot el que es pot aprendre, com a produir en l'alumne amor i estima pel coneixement." John Locke (1632-1704)

Quan l'home comença a usar els signes com mitjans de comunicació per a establir vincles entre els aspectes materials i els símbols que emprava per a assenyalar-los o crear-los per mitjans lingüístics, canvia tota la seva estructura psicològica. El fet d'establir vincles entre els símbols d'origen material i el pensament, va marcar un pas decisiu en l'evolució del homo sapiens. La possibilitat de crear contextos inter i intralingüístics ho va dur a altres nivells de desenvolupament de les funcions psicològiques.

Els signes s'adquireixen a través d'un complex procés històric, social i cultural; en la interacció entre adults i nens, entre una generació de vells i joves, i entre iguals amb major i menor desenvolupament, i arriben a convertir-se en els instruments del pensament i de la comunicació. Per aquesta mateixa raó, els trobem en l'espai social que es genera en la interacció: primer es donen en un plànol interpersonal i després, en un plànol intrapersonal.

Partint del fet que les diferències oposades en el trànsit d'aquests nous homes provinents d'una societat primitiva a una societat que deixa rastres de la seva activitat cultural i de la seva civilització, és a dir, que han assolit passar d'una etapa de desenvolupament social a una altra, demostra que han pogut generar processos que els han permès l'ocupació d'instruments de descontextualització (com seria el cas de l'apropiació de la lectura i de l'escriptura o dels processos d'escolarització que, eventualment li van seguir, la qual cosa implica que en aquests homes apareixen ja processos psicològics d'ordre superior). Cap a aquesta demostració es van dirigir els esforços de Vigotski en les investigacions per ell dirigides entre els camperols d'Uzbekistan en els anys 30 .

Respecte als orígens socials dels processos psicològics, Vigotski assenyalava que la consciència social és primigènia en el temps mentre que la consciència individual és secundària i derivada de l'anterior.

Els éssers humans, més que adaptar-se als fenòmens, s'apropien d'ells o els fan seus. Aquesta distinció és important i convé, en conseqüència, analitzar la diferència entre l'adaptació i l'apropiació. Es pot afirmar, per tant, que l'adaptació es refereix a una acceptació passiva de les condicions ambientals que afecten a l'organisme, mentre que l'apropiació implica una operació distinta: és un procés actiu, social i comunicatiu. D'aquesta forma, l'apropiació és el mitjà i el procés principal mitjançant el qual es desenvolupa el psiquisme.

Parlar d'un origen social dels processos psicològics implica que tots aquests processos psicològics travessen per una fase social que prové de l'activitat que estableix el subjecte amb els objectes i en contacte amb altres individus. Això és el que va dur a

Vigotski a plantejar la seva “lei genètica del desenvolupament cultural” la qual assenyala que:

“En el desenvolupament cultural del subjecte, tota funció apareix dues vegades: primer, en l'àmbit social, i més tard, en l'àmbit individual; primer entre persones (interpsicològica) i després en l'interior del propi subjecte (intrapsicològica). Això pot aplicar-se igualment a l'atenció voluntària, a la memòria lògica i a la formació de conceptes. Totes les funcions superiors s'originen com relacions entre éssers humans” (Vigotski, 1979, p. 94)

L'anterior suggereix que els processos psicològics es poden atribuir tant a grups com a individus i que hi ha un vincle inseparable entre els plànols de funcionament interpsicològic i intrapsicològic. Aquests processos primer s'observen en el plànol social i existeixen com a tals (la memòria col·lectiva, l'atenció conjunta, l'opinió pública, etc) i posteriorment són apresos, és a dir, interioritzats pel subjecte.

Aquesta interiorització implica transformacions i canvis en les estructures i en les funcions que s'interioritzen. Aquest procés no és automàtic, sinó que comporta una sèrie de transformacions graduals al llarg del temps.

3.3.1. Anàlisi de les teories de Vigotski aplicades

En el paradigma constructivista, l'alumne és qui aprèn involucrant-se amb altres aprenents durant el procés de construcció del coneixement, prenent la retroalimentació com un factor clau en l'adquisició final de continguts (construcció social).

A partir de Vigotski, s'han desenvolupat diverses concepcions socials sobre l'aprenentatge, atès que a aquest autor se l'ha considerat el precursor del constructivisme social. El fonamental del seu enfocament consisteix a considerar a l'individu com el resultat del procés històric i social on el llenguatge ocupa un paper essencial. Per a Vigotski, el coneixement és un procés d'interacció entre el subjecte i el mitjà, i rebutja els enfocaments que redueixen la psicologia i l'aprenentatge a una simple acumulació d'associacions entre estímuls i respostes. No obstant això, existeixen trets específicament humans no reduïbles a associacions, tals com la consciència i el llenguatge, que no poden ser aliens a la psicologia. A diferència d'altres posicions com la Gestalt o la Piagetiana, Vigotski no nega la importància de l'aprenentatge associatiu, però sí ho considera insuficient.

Vigotski estableix que existeixen dos tipus de funcions mentals:

- **Funcions mentals inferiors**, que són aquelles amb les quals naixem, són funcions naturals i determinades genèticament. El comportament derivat d'aquestes funcions mentals inferiors és limitat, i està condicionat pel que podem fer, és a dir, aquestes funcions ens limiten en el nostre comportament a una reacció o resposta a l'entorn o ambient.

- **Funcions mentals superiors**, que s'adquireixen i desenvolupen a través de la interacció social, atès que el subjecte se situa en una societat determinada amb una cultura concreta, són funcions determinades per la forma d'ésser i actuar d'aquesta societat. Aquestes funcions mentals superiors són intervingudes culturalment; per a Vigotski, a major interacció social, també major coneixement, i per tant, més possibilitats d'actuar, és a dir, més robustes i sòlides són les funcions mentals.

Els símbols, les obres d'art, l'escriptura, els diagrames, els mapes, els dibuixos, els signes i els sistemes numèrics, és a dir, les eines psicològiques són el pont entre les funcions mentals inferiors i les superiors, i dintre d'aquestes, el pont entre les habilitats interpsicològiques (socials) i les intrapsicològiques (personals).

L'atenció, la memòria, la formulació de conceptes són en primer lloc, uns fenòmens social i posteriorment, de manera progressiva, es transformen en una propietat de la persona. Cada funció mental superior és sempre, per tant, primer social (interpsicològica) i després individual (intrapsicològica). A la distinció entre aquestes habilitats o el pas d'uns a altres es coneix com interiorització (Frawley, 1997).

L'eina psicològica més important és el llenguatge. Inicialment, ho usem com mitjà de comunicació entre els individus en les interaccions socials, i progressivament, es converteix en una habilitat intrapsicològica i, en conseqüència, en una eina amb la qual pensem i controlem el nostre propi comportament.

“El pensament i la paraula no estan tallats pel mateix patró. En cert sentit existeixen més diferències que semblances entre ells”
(Vigotski, 1962, 126)

Vigotski considera que el desenvolupament humà és un procés de desenvolupament cultural, sent l'activitat de l'home el motor del desenvolupament humà. Aquí, el concepte d'activitat adquireix llavors un paper rellevant en la seva teoria, ja que per a ell, el procés de formació de les funcions psicològiques superiors es donarà mitjançant l'activitat pràctica i instrumental, però no individual, sinó en la interacció social.

A diferència de Piaget (que proposa que la construcció de la intel·ligència és una activitat individual entre l'infant i l'entorn ple d'estímuls), l'activitat que proposa Vigotski és una activitat culturalment determinada i contextualitzada, és el propi mitjà humà els mediadors que s'utilitzen en la relació amb els objectes, tant les eines com els signes, però especialment aquests últims, ja que el món social és essencialment un món format per processos simbòlics, entre els quals destaca el llenguatge parlat, que és l'eina que possibilita cobrar consciència d'un mateix i també exercitar el control voluntari de les nostres accions. Amb el llenguatge tenim la possibilitat d'afirmar o negar, la qual cosa indica que l'individu té consciència del que és i que, per tant, actua amb voluntat pròpia. I és en aquest moment, quan van començar a ser diferents dels objectes i dels altres.

La teoria vigotskiana és molt específica respecte a com s'han d'estudiar les perspectives de creixement individual en qualsevol cas d'activitat intersubjectiva, la qual cosa es fa

examinant la zona de desenvolupament pròxim (ZDP), que sorgeix generalment com el context per al creixement a través de l'ajuda, és a dir, sorgeix el concepte de zona de desenvolupament pròxim com,

“la distància en el nivell real de desenvolupament, determinat per la capacitat de resoldre independentment un problema, i el nivell de desenvolupament potencial, determinat a través de la resolució d'un problema sota la guia d'un adult o en col·laboració amb altre company més capaç” (Vigotski, 1988, p. 133)

La zona de desenvolupament pròxim està determinada socialment, atès que aprenem amb l'ajuda dels altres, aprenem en l'àmbit de la interacció social i, aquesta interacció social com possibilitat d'aprenentatge, és la zona de desenvolupament pròxim.

La ZDP és la possibilitat dels individus d'aprendre en l'ambient social mitjançant la interacció amb els altres, de manera que el nostre coneixement i l'experiència dels altres és el que possibilita l'aprenentatge. Conseqüentment, com més rica i freqüent sigui la interacció amb els altres, el nostre coneixement serà també més ric i ampli.

Els mestres, així com també pares o companys, que interactuen amb l'estudiant són inicialment, els responsables del fet que l'individu aprengui. En aquesta etapa, es diu que el subjecte està en la seva zona de desenvolupament pròxim. I gradualment, l'individu assumirà la responsabilitat de construir el seu coneixement i guiar el seu propi comportament. Ha de quedar clar que la noció de ZDP fa referència a treballar sobre un nivell evolutiu per desenvolupar-se, no sobre el ja desenvolupat, és a dir, que no és una mera pràctica.

L'activitat humana està socialment intervinguda i històricament condicionada, pel que cap afirmar que existeix una mediació social. Una característica dels éssers humans és la utilització d'instruments, els quals obren la via d'aparició dels signes que regulen la conducta social. Aquesta característica es denomina mediació semiòtica. En relació amb l'anterior, Vigotski assenyala que:

“la creació i utilització de signes com mètode auxiliar per a resoldre un problema psicològic determinat (recordar, comparar alguna cosa, relatar coses, triar, etc) és un procés anàleg a la creació i utilització d'instruments en el que a l'aspecte psicològic es refereix. El signe actua com un instrument d'activitat psicològica, igual que una eina ho fa en el treball” (Vigotski, 1979, p. 88)

La teoria de l'activitat i la ZDP ens ofereixen una manera d'analitzar les relacions de l'individu amb el món.

L'aprenentatge no és desenvolupament però:

“l'aprenentatge organitzat es converteix en desenvolupament mental i engrega una sèrie de processos evolutius que no podrien donar-se mai al marge de l'aprenentatge” (Vigotski, 1988, p. 139)

La categoria ZDP és, segons Baquero (1997), la més debatuda de la producció educativa o psicoeducativa vigotskiana. Aquest autor indica que la descripció feta per Vigotski, en diversos dels seus llibres, ofereix diferents imatges pel que fa als processos que entren en joc en les interaccions entre diversos individus, donant lloc a diferents interpretacions de la naturalesa dels processos pedagògics.

Per a altres autors, la ZDP va ser definida per Vigotski de manera molt genèrica, el que ha donat lloc a interpretacions parcials de la mateixa. D'aquesta manera, sorgeixen models que conceben l'individu com un ésser relativament passiu, perspectives que consideren la ZDP com un component intrapersonal (és a dir una mica que no ha madurat, però està en el procés de maduració) i també qui la consideren com *“un espai socialment construït on convergeixen i s'interconnecten les accions, intencions i productes de qui intervenen en un determinat procés d'ensenyament”* (Labarrere, 1996 en Dubrovsky, 2000, 64) de tal forma que a l'actuar en la ZDP aprenen tant l'alumne com el docent.

3.3.1.1. La Zona de Desenvolupament Pròxim aplicada a Enginyeria i Arquitectura La Salle

En Enginyeria i Arquitectura La Salle, més concretament en l'assignatura d'Electrònica II, la separació entre classes teòriques (recepció de nous coneixements bàsicament conceptuals) i classes pràctiques (aplicació de coneixements), implica una ZDP de doble inici i doble límit superior. D'una banda, es disposen els coneixements nous sota un procés d'aprenentatge determinat (classes teòriques) on l'estructura cognitiva prèvia del subjecte (Nivell Real) es modifica per a interioritzar la nova informació rebuda.

D'altra banda, un cop finalitzat el procés, l'estructura cognitiva resultant (Nivell Potencial) serà l'inici de la nova ZDP per al procés d'aprenentatge pràctic. Entre més alt sigui el nivell real de l'alumne, més alt serà el nivell potencial. L'amplitud del nivell potencial de l'alumne dependrà en gran mesura del “bastida” o participació guiada del professor.

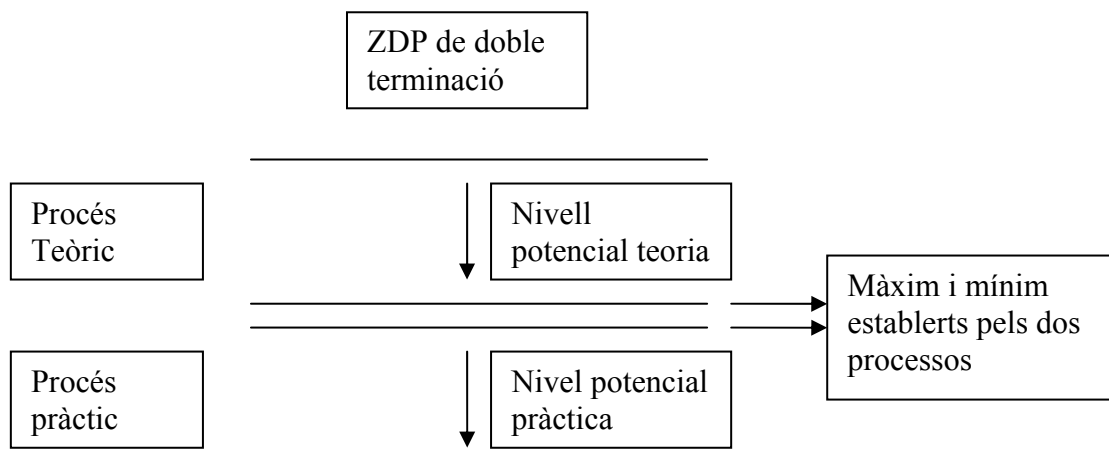


Figura 7: ZDP de doble terminació

La bastida que el professor teòric munta ha de ser el màxim efectiva possible per a obtenir un nivell d'inici o "nivell real" en el procés pràctic alt i capacitat per a rebre la següent bastida de la que s'ocuparà el professor de laboratori.

Per descomptat, és lògic pensar que l'alumne que no arribi a un nivell potencial òptim en el procés teòric no assimilarà prou bé els nous conceptes del procés pràctic.

En el cas de l'assignatura Electrònica II, en la part teòrica, la bastida és gairebé exclusiva del professor cap a l'alumne, i en menor mesura dels alumnes entre si. En el procés pràctic, les relacions entre alumnes són molt importants degut al fet que tot el procés és realitzat en parelles o, en alguns casos especials, grups de tres, el que comporta un aprenentatge cooperatiu. També és important aquí el professor de pràctiques.

"L'aprenentatge cooperatiu és l'ús instructiu de grups petits perquè els estudiants treballin junts i aprofitin al màxim l'aprenentatge propi i el qual es produeix en la interrelació" (Johnson & Johnson, 1991)

L'aprenentatge cooperatiu (AC des d'ara) és una eina summament interessant des de la perspectiva dels resultats acadèmics com de la motivació en l'alumne. Quan és possible fer-lo, és necessari promoure la col·laboració per a motivar el treball grupal, això proporciona millors relacions entre els alumnes, aprenen més, se senten més motivats i aprenen habilitats socials molt més efectives per a l'estudi, aprendre i treballar en grups cooperatius. Aquests grups no han de ser excessivament grans, per tal de que tothom s'hi pugui implicar i participar, i en tregui profit.

La investigació sobre els efectes de l'AC ha trobat consistentment que aquestes tècniques milloren les relacions humanes de grups heterogenis ja sigui per ètnia, aptituds, o rendiment (i.g., DeVries, & Edwards, 1974; Madden, & Slavin, 1983; Slavin, 1978, 1979, 1990; Slavin, & Cooper, 1999), i també promouen l'assoliment cognitiu i el rendiment acadèmic, almenys en comparació de mètodes competitius i individualistes. Una de les raons és perquè ofereixen als estudiants:

"major oportunitat per a discutir, per a aprendre uns d'uns altres i per a encoratjar l'excel·lència entre ells" (Slavin & Cooper, 1999, 648)

La versatilitat que proporciona l'AC ho ha convertit en un procediment educatiu àmpliament investigat al llarg de les tres últimes dècades (i.g., Johnson, Johnson, & Stanne, 2000) i d'una àmplia utilització, des d'infantil fins a universitari i d'un ampli ventall de continguts, des de llengua fins a enginyeria.

L'AC durant el procés pràctic de l'esquema ZDP Doble comporta una relació contínua entre el procés teòric i el pràctic de manera que, en realitzar el procés pràctic es mantenen, mitjançant tècniques induïdes pel professor, els conceptes més importants impartits en el procés teòric.

Quan un alumne assimila la informació teòrica passa al procés pràctic on, la utilització de certes eines electròniques que processen automàticament diversos conceptes que l'alumne ja sap, crea una situació "d'oblit" d'aquests conceptes en l'alumne. La zona potencial teòrica decreix; quan això passa, el que es treballa i com es treballa durant el procés pràctic esdevé gairebé tan important com la simulació de la mateixa pràctica.

Per tant, a mesura que avancem en les sessions pràctiques i prèviament a l'inici de cada sessió, es fan exercicis o preguntes teòriques per a solidificar l'estructura cognitiva prèvia de l'alumne i de manera paral·lela, es comprova quin és el seu nivell real per al procés pràctic.

Podríem resumir les activitats de l'aprenentatge amb les quals es construeixen les estratègies didàctiques i tècniques cognitives (Alonso, 2000) durant el procés de la ZDP doble en dos tipus ben diferenciats:

a) Activitats memorístiques, reproductives (procés teòric): pretenen la memorització i el record d'una informació determinada. Per exemple:

- **Memoritzar una definició**, un fet, un poema, un text, etc - Identificar elements en un conjunt, assenyalar un riu en un mapa, etc.
- **Recordar (sense exigència de comprendre)** un poema, una efemèrides, etc.
- **Aplicar mecànicament fórmules** i regles per a la resolució de problemes típics.

b) Activitats comprensives (procés pràctic): pretenen la construcció o la reconstrucció del significat de la informació amb la qual es treballa. Per exemple:

- **Resumir, interpretar, generalitzar...;** requereixen comprendre una informació prèvia i reconstruir-la.
- **Explorar, comparar, organitzar, classificar dades...;** exigeixen situar la informació amb la qual es treballa en el marc general del seu àmbit de coneixement, i realitzar una reconstrucció global de la informació de partida.
- **Planificar, opinar, argumentar, aplicar a noves situacions, construir, crear...;** exigeixen construir nous significats, construir nova informació.

Per tant veiem que la realització d'activitats d'aprenentatge encaminades a aconseguir la realització d'aquests dos tipus d'activitat cognitiva són necessàries per a assolir els objectius de bastida durant el procés teòric i el pràctic.

3.3.2. Anàlisi de les teories de Bruner aplicades

3.3.2.1. Breu resum

Bruner ha desenvolupat una teoria constructivista de l'aprenentatge en la qual, entre altres coses, ha descrit el procés d'aprendre, les diferents formes de representació i les característiques d'una teoria de la instrucció. Bruner ha reprès gran part del treball de Jean Piaget, i ha estat cridat el pare de la psicologia cognitiva, atès que va desafiar el paradigma conductista de la caixa negra.

Per a Bruner, l'aprenentatge consisteix essencialment en la categorització (que es dona per a simplificar la interacció amb la realitat i facilitar així l'acció). La categorització està estretament relacionada amb processos com la selecció d'informació, generació de proposicions, simplificació, presa de decisions i construcció i verificació d'hipòtesis. D'aquesta manera, l'aprenent interactua amb la realitat organitzant els inputs segons les seves pròpies categories, possiblement creant noves, i també modificant les ja existents. Les categories, al seu torn, determinen conceptes i és per tot això que l'aprenentatge és un procés actiu, d'associació i construcció.

En la teoria de la categorització, Bruner coincideix amb Vigotski a destacar el paper de l'activitat com part essencial de tot procés d'aprenentatge. No obstant això, Bruner afegeix, a l'activitat guiada o intervinguda en Vigotski, que la condició indispensable per a aprendre una informació de manera significativa, cal tenir l'experiència personal de descobrir-la.

Bruner diferencia dos processos relacionats amb la categorització:

- **Concept Formation**, aprendre els diferents conceptes.
- **Concept Attainment**, identificar les propietats que determinen una categoria determinada.

L'autor sosté que el *Concept Formation* és un procés que succeeix més que el *Concept Attainment* en nens, mentre que el *Concept Attainment* succeeix més que el primer a partir dels 15 anys d'edat, quan l'estudiant comença l'etapa d'adolescència per a anar convertint-se progressivament en adult.

Bruner sosté que tota teoria d'instrucció ha de tenir en compte quatre aspectes bàsics:

- 1 . La predisposició cap a l'aprenentatge
- 2 . La manera que un conjunt de coneixements pot estructurar-se de manera que sigui interioritzat tan bé com sigui possible per l'estudiant
- 3 . Les seqüències més efectives per a presentar un material
- 4 . La naturalesa dels premis i càstigs

Bruner va fer un gran esforç per demostrar la influència que tenen les variables cognitives i motivacionals en la percepció del subjecte. D'aquesta manera, distingeix tres fases en la percepció:

- 1^a. – Una fase pre-perceptiva, en la qual l'individu està a l'expectativa d'un determinat esdeveniment, dut pels seus esquemes intel·lectuals o motivacionals.
- 2^a. – La fase de la percepció de la informació
- 3^a. – La fase d'avaluació de les hipòtesis perceptives, en la qual l'individu jutja l'adequació existent entre les seves expectatives anteriors i la informació rebuda.

Així, si les hipòtesis es confirmen, estem en presència d'un nou precepte, mentre que si no es confirmen, es formulen noves hipòtesis. En ocasions, si els objectes percebuts no es corresponen amb les expectatives del subjecte, poden donar-se distorsions perceptives, i es sobrevaloren les característiques que es corresponen amb les expectatives del perceptor.

Sota el punt de vista de Jerome Bruner, hi ha dos tipus de determinants en la percepció:

- **Determinants formals:** les propietats de les estimulacions i de l'aparell receptor.
- **Determinants funcionals:** les necessitats, emocions, actituds, valors i experiències del perceptor.

A més dels estímuls rebuts pels sentits, hi ha altres factors que influeixen en la percepció, com les experiències prèvies, les motivacions, les defenses afectives i les emocions del perceptor. Bruner tracta de les variables intermèdies que se situen entre l'experiència prèvia i les necessitats del perceptor i la seva resposta perceptiva: són les hipòtesis del subjecte.

La percepció s'assenta, d'aquesta manera, sobre la formulació d'hipòtesi i sobre la presa de decisions, influïent en ella les necessitats, valors i desitjos del subjecte.

Per a Bruner, el comportament d'un individu no és una mica que depengui únicament i de forma mecànica d'un estímul extern; el subjecte transforma la informació que li arriba per mitjà de tres sistemes de representació:

- **La representació enactiva:** on el subjecte representa els esdeveniments, els fets i les experiències per mitjà de l'acció.

- **La representació icònica:** és més evolucionada, ja que utilitza la imaginació. Se serveix d'imatges i esquemes espacials més o menys complexos per a representar l'entorn. És necessari haver adquirit un nivell determinat de destresa i pràctica motrius perquè es desenvolupi la imatge corresponent. A partir d'aquest moment, serà la imatge la qual representarà la sèrie d'accions de la conducta.

- **La representació simbòlica:** va més enllà de l'acció i de la imaginació, usant símbols per a representar el món. Aquests símbols són sovint abstraccions, que no tenen perquè copiar la realitat, i mitjançant els quals els homes poden hipotetitzar sobre objectes mai vistos.

Bruner va desenvolupar la teoria de l'aprenentatge per descobriment, on deixa manifesta la seva preocupació per induir a l'aprenent a una participació activa en el procés d'aprenentatge. Els continguts que s'han d'aprendre han de ser percebuts per l'individu aprenent com un conjunt de problemes, relacions i llacunes que s'han de resoldre.

L'ambient necessari perquè es produeixi un aprenentatge per descobriment ha de presentar a l'aprenent alternatives perquè percebi relacions i similituds entre els continguts a aprendre. El descobriment consisteix a transformar o reorganitzar l'experiència de manera que es pugui veure més enllà de la mateixa.

Bruner afirma que el descobriment afavoreix el desenvolupament mental i que el que ens resulta més personal és el que hom descobreix per si mateix.

L'important de l'ensenyament de conceptes bàsics és ajudar a passar, de forma progressiva, d'un pensament concret a un estadi de representació conceptual i simbòlic que estigui més adequat amb el creixement del seu pensament.

En l'aprenentatge per descobriment l'individu té una gran participació. L'instructor no exposa els continguts d'una manera acabada, sinó que la seva activitat es dirigeix a donar-los a conèixer una meta a la que s'ha d'arribar i a més ha de servir com mediador i guia perquè els individus siguin els quals recorrin el camí i arribin als objectius proposats. És a dir, l'aprenentatge per descobriment és quan l'instructor li presenta totes les eines necessàries a l'individu perquè aquest descobreixi per si mateix el que es desitja aprendre. Jerome Bruner atribueix gran importància a l'activitat directa dels individus sobre la realitat.

Per a Bruner, les condicions que s'han de presentar perquè es produeixi un aprenentatge per descobriment són les següents:

- L'àmbit de recerca ha de ser restringit, atès que així el subjecte es dirigeix directament a l'objectiu que es va plantejar al principi.
- Els objectius i els mitjans estaran bastant especificats i seran atractius, ja que el subjecte s'incentivarà a realitzar aquest tipus d'aprenentatge.
- Per a poder guiar als individus adequadament, s'ha de contar amb els coneixements previs dels mateixos.
- Els individus han d'estar familiaritzats amb els procediments d'observació, recerca, control i mesurament de variables, és a dir, l'individu ha de tenir coneixement de les eines que s'utilitzen en el procés de descobriment per a així poder portar-lo a terme.

- Finalment, els subjectes han de percebre que la tasca té sentit, amb la finalitat de motivar-los cap a el descobriment, el qual durà que es produeixi l'aprenentatge.

Bruner va establir també formes de descobriment, és a dir, el mètode del descobriment té variades formes que són apropiades per arribar a diferents tipus d'objectius, a més serveix per a individus amb diferents nivells de capacitat cognitiva:

A) *Descobriments inductiu:*

Aquest tipus de descobriment implica la col·lecció i reordenació de dades amb la finalitat d'arribar a una nova categoria, concepte o generalització. Poden identificar-se dos tipus de lliçons que usen la forma inductiva de descobriment:

- *La lliçó oberta de descobriment inductiu:* aquella la fi principal de la qual és proporcionar experiència a subjectes en un procés particular de recerca: el procés de categorització o classificació. Aquí, la lliçó es dirigeix a “aprendre com aprendre”, en el sentit d'aprendre a organitzar dades.

- *La lliçó estructurada de descobriment inductiu:* aquella la finalitat de la qual és que els individus adquireixin un concepte determinat. L'objectiu principal és l'adquisició del contingut del tema a estudiar dintre del marc de referència de l'enfocament del descobriment.

B) *Descobriments deductiu:*

Aquest descobriment implica la combinació o relació d'idees generals, amb el propòsit d'arribar a enunciats específics, com en la construcció d'un sil·logisme. Aquí destaquen tres lliçons:

- *La lliçó simple de descobriment deductiu:* aquesta tècnica d'instrucció implica fer preguntes que duen a l'estudiant a formar sil·logismes lògics, que poden donar lloc a que l'estudiant corregeixi els enunciats incorrectes que hagi fet. En aquest enfocament, l'estudiant ha de pensar deductivament, i els materials són essencialment abstractes, això és, l'estudiant tracta amb relacions entre proposicions verbals.

- *La lliçó de descobriment semideductiu:* en la qual els individus pensen inductivament en un sistema deductiu. Arriben a regles observant dades específiques. Però les regles que poden descobrir estan controlades pel sistema que treballen. El sistema (és a dir, els elements amb els quals es treballa i l'operació que utilitza) limita els possibles resultats. El resultat educatiu és que el procés d'ensenyament se simplifica, ja que es redueix en gran mesura la probabilitat que els individus arribin a una conclusió inesperada.

- *La lliçó de descobriment hipotètic-deductiu:* aquella en la qual els subjectes utilitzen una forma deductiva de pensament, el que implicarà, en general, fer hipòtesi respecte a les causes i relacions o predir resultats. La comprovació d'hipòtesi o la predicció seria també una part essencial de la lliçó.

C) Descobriments transductiu:

Aquí l'individu relaciona o compara dos elements particulars i adverteix que són similars en un o dos aspectes. El raonament transductiu es coneix més comunament com pensament imaginatiu o artístic, és el tipus de pensament que produeix analogies o metàfores. Cap destacar una sola lliçó:

La lliçó de descobriments transductiu: és aquella que s'anima a l'individu a utilitzar el pensament transductiu. La fi general de la lliçó seria desenvolupar destreses en els mètodes artístics de recerca. La selecció i organització de les dades o materials específics estarà en gran part controlada per l'individu.

En conclusió, l'aprenentatge per descobriments constitueix un aprenentatge bastant útil, doncs quan es porta a terme de forma idònia, assegura un coneixement significatiu i fomenta hàbits d'investigació i rigor en els individus.

3.3.2.2. Experiència pedagògica aplicada a Enginyeria i Arquitectura La Salle

En la assignatura d'Electrònica II es porten a terme estratègies didàctiques que ajuden als alumnes a motivar-los i preparar la seva estructura cognitiva per a assimilar nova informació.

Una de les experiències pedagògiques portades a terme és “la teorització” per part de l'alumne davant un problema descrit pel docent. El problema és el punt de partida per a inferir conceptes teòrics i les seves respectives relacions, aquests conceptes seran la base per a resoldre aquest problema. La teoria és desconeguda per l'alumne en el moment d'enunciar el problema el qual, a poc a poc, va “teoritzant”. Aquesta experiència comporta un “descobriments guiat”, una bastida centrada en la motivació cognitiva davant una situació d'aprenentatge.

Donada la dificultat d'aquest tipus de treball, es plantegen diversos problemes en ordre creixent de dificultat. La resolució de cada problema donaria la possibilitat que inferissin conceptes a utilitzar en el problema següent. D'aquesta manera anirien “teoritzant” (construint la teoria específica) per a poder resoldre els problemes proposats. L'últim problema seria un examen proposat. La resolució d'aquest tipus de problemes és del tipus binari, és a dir, o està ben estructurat o no ho està. No existeixen termes mitjos. O la solució plantejada és vàlida o no ho és.

Els passos són els següents,

- Es planteja el problema a resoldre.
- S'interroga paulatinament als alumnes de manera que en tractar de respondre als interrogants vagin inferint conceptes teòrics que desconeixen i puguin anar avançant en la resolució del mateix. No s'utilitzen les denominacions tècniques o científiques d'aquests conceptes, sinó que els propis alumnes, després de descobrir-los, els

“bategen” i en una etapa posterior els “simbolitzen” (inventen símbols per a representar-los).

- Al final de l'experiència se'ls fa saber que els conceptes descoberts tenen una denominació tècnico-científica i formen part d'una teoria ja establerta prèviament.

Durant aquestes experiències els alumnes aprenen a “teoritzar”, construint una explicació que els permet disposar dels conceptes fonamentals per a resoldre els problemes plantejats. Dit d'una altra manera, desenvolupen el procés de construcció de la teoria.

Es important destacar que aquesta experiència és útil tant per al procés teòric de la ZDP com per al pràctic ja que, encara que l'alumne arriba a les pràctiques amb una teoria assimilada; la seva aplicació és nova i, per tant, de fàcil introducció a la “teorització” que ja ha fet.

3.3.2.3. Fonaments conceptuals

Aquesta experiència didàctica comporta una manera d'entendre l'aprenentatge “vigotskià” (pedagogia vigotskiana) i una estratègia didàctica del tipus “bruneria”.

A) Pedagogia “vigotskiana”:

- ***El procés d'aprenentatge*** consisteix en una internalització progressiva d'instruments mediadors. L'aprenentatge precedeix temporalment al desenvolupament.
- ***Els veritables conceptes*** solament es poden adquirir per reestructuració recolzada en associacions prèvies.
- ***El desenvolupament cognitiu*** és un procés de fora cap a endins (de la cultura cap al jo). El paper de l'educació és guiar el desenvolupament.
- ***Existeixen dos nivells*** de desenvolupament intel·lectual:
 - ***Efectiu***: el que el subjecte pot fer de manera autònoma.
 - ***Potencial (ZDP)***: Constituït pel que el subjecte és capaç de fer amb l'ajuda d'altres persones, amb instruments mediadors.
- ***El rol*** del docent consisteix en una interferència en “la zona de desenvolupament pròxim” dels seus alumnes. L'únic ensenyament bo és aquell que s'avança al desenvolupament.
- ***Una pedagogia vigotskiana*** dóna un paper preponderant als significats i a la construcció del coneixement, i atorga un rol actiu al docent.

- *El producte de l'aprenentatge* és l'elevació del nivell del desenvolupament intel·lectual efectiu i, per tant, l'ampliació de la ZDP del subjecte.

B) Estratègia didàctica “Bruneriana”:

Referit al context de l'aprenentatge:

- Creu que la solució de molts problemes depenen de que la situació ambiental es presenti com un repte constant a la intel·ligència de l'aprenent, conduint-lo a resoldre problemes, i més encara a promoure la fi última de tot procés d'instrucció, o sigui la transferència de l'aprenentatge.

Procés d'aprenentatge:

- El que més li preocupa és el fet d'induir a l'aprenent a una participació activa en els processos d'aprenentatge, sobretot si es té en compte la importància que ell dóna a l'aprenentatge per descobriment

Referit a la finalitat de l'aprenentatge:

- Insisteix molt més en l'ensenyament dels esquemes bàsics de raonament que en la del contingut pròpiament dit.

De l'estructura de l'experiència es desprèn que el rol del docent és construir la bastida en la ZDP dels alumnes, ja que es plantegen problemes que els alumnes no estarien en condicions de resoldre sense la guia provinent de la interacció amb el docent, facilitant-li la reorientació adequada de les seves estratègies d'aproximació al problema i la construcció col·lectiva del coneixement.

A més s'observa el plantejament dels problemes com desafiament per als alumnes i gran importància assignada a l'aprenentatge per descobriment i al desenvolupament dels esquemes bàsics de raonament per part dels alumnes.

3.3.2.4. Seqüenciació

Existeix una manera d'ordenar els problemes en ordre creixent de complexitat. Aquesta complexitat l'estem entenent des de l'organització del coneixement a partir de la “lògica de l'alumne” i no de la “lògica de la disciplina”.

Avantatges i desavantatges d'aquesta seqüenciació:

a . Avantatges

- Facilita el procés de construcció del coneixement per part de l'alumne.

- Facilita el procés de significació dels continguts curriculars per part dels alumnes.
- Facilita la comprensió intuïtiva de diferents aspectes de l'activitat professional.
- Facilita la transferència de l'aprenentatge a altres contextos
- Augmenta la motivació de l'alumne.
- Afavoreix el desenvolupament d'activitats metacognitives en els alumnes.

b. Desavantatges

- És una estratègia costosa en temps, tant en temps d'aula, com en temps de disseny de la situació d'aprenentatge per part del professor.
- No afavoreix la sistematització del coneixement, ja que aquest es presenta “sense estructurar” prèviament.
- És molt difícil preveure el “producte educatiu” resultant, ja que el resultat de l'experiència depèn fortament de les característiques del grup particular d'alumnes.

3.3.3. L'aprenentatge significatiu aplicat

Recordem que David Paul Ausubel es va preocupar per la forma que s'impartia l'educació en la seva època, i especialment, en la seva cultura. En la dècada dels 70, les propostes de Bruner sobre l'aprenentatge per descobriment estaven prenent força. Ausubel considera que l'aprenentatge per descobriment no ha de ser presentat com oposat a l'aprenentatge per exposició (recepció), i que aquest pot ser igual d'eficaç si es compleixen algunes característiques. D'aquesta manera, l'aprenentatge acadèmic pot donar-se per recepció o per descobriment com estratègia d'ensenyament i pot assolir un aprenentatge significatiu o memorístic i repetitiu.

Així Ausubel s'interessa per conèixer i explicar les condicions i propietats de l'aprenentatge, que es poden relacionar amb formes efectives i eficaces, de provocar de manera deliberada canvis cognitius estables, susceptibles de dotar de significat individual i social (Ausubel, 1976).

Atès que el que pretén aconseguir és que els aprenentatges produïts en l'escola siguin significatius, Ausubel entén que una teoria de l'aprenentatge escolar, que sigui realista i científicament viable, ha d'ocupar-se del caràcter complex i significatiu que té l'aprenentatge verbal i simbòlic. Així mateix, i a fi d'assolir aquest significat, ha de parar esment a tots i cadascun dels elements i factors que li afecten, que poden ser manipulats per a tal fi.

L'aprenentatge significatiu és el procés segons el qual es relaciona un nou coneixement o informació amb l'estructura cognitiva del que aprèn de forma no arbitrària i substantiva o no literal. Aquesta interacció amb l'estructura cognitiva no es produeix considerant-la com un tot, sinó amb aspectes rellevants presents en la mateixa, que reben el nom de subsumptors o idees d'ancoratge (Ausubel, 1976, 2002; Moreira, 1997).

La presència d'idees, conceptes o proposicions inclusives, clares i disponibles en la ment de l'aprenent és el que dota de significat a aquest nou contingut en interacció amb el mateix (Moreira, 2000). Però no es tracta d'una simple unió, sinó que en aquest procés els nous continguts adquireixen significat per al subjecte produint-se una transformació dels subsumptors de la seva estructura cognitiva, que resulten així progressivament més diferenciats, elaborats i estables.

L'aprenentatge significatiu té certes avantatges:

- Produeix una retenció més duradora de la informació
- Facilita l'adquisició de nous coneixements relacionats amb els anteriorment adquirits de forma significativa
- Atès que la nova informació es relaciona amb l'anterior, és guardada en la memòria a llarg termini
- És un aprenentatge actiu, ja que depèn de l'assimilació de les activitats d'aprenentatge per part de l'alumne
- És personal, ja que la significació d'aprenentatge depèn dels recursos cognitius de l'estudiant.

L'autor va diferenciar en els seus estudis sobre l'aprenentatge de l'individu, tres tipus d'aprenentatge significatiu:

- A) ***Aprenentatge representatiu***: quan l'individu adquireix nou vocabulari, on en primer lloc, s'aprenen paraules que representen objectes reals que tenen significat per a ell.
- B) ***Aprenentatge de conceptes***: L'individu, a partir d'experiències concretes, comprèn que determinades paraules poden ser utilitzades pels altres per a assenyalar situacions o objectes diferents que es designen de la mateixa manera.
- C) ***Aprenentatge de proposicions***: quan el subjecte coneix el significat dels conceptes pot formar frases que continguin dues o més conceptes en les quals s'afirmi o negui una mica. Així, un concepte nou és assimilat a l'integrar-lo en la seva estructura cognitiva amb els coneixements previs.

Ausubel concep els coneixements previs de l'alumne en termes d'esquemes de coneixement, els quals consisteixen en la representació que posseeix una persona en un moment determinat de la seva història sobre una parcel·la de la realitat. Aquests

esquemes inclouen diversos tipus de coneixement sobre la realitat, com són: els fets, successos, experiències, anècdotes personals, actituds, normes, etc.

No obstant això, la principal aportació de Ausubel en l'educació i l'aprenentatge és el seu model d'ensenyament per exposició, per a promoure l'aprenentatge significatiu en lloc de l'aprenentatge de memòria. Aquest model consisteix a explicar o exposar fets o idees. Aquest enfocament és dels més apropiats per a ensenyar relacions entre diversos conceptes, però abans els alumnes han de tenir algun coneixement d'aquests conceptes.

Un altre aportació al constructivisme són els organitzadors anticipatius, els quals serveixen de suport a l'alumne enfront de la nova informació. Aquests organitzadors poden tenir tres propòsits :

- 1 . Dirigir la seva atenció al que és important del material.
- 2 . Ressaltar les relacions entre les idees que seran presentades.
- 3 . Recordar-li la informació rellevant que ja posseeix.

En aquest punt cap destacar que els organitzadors anticipatius es divideixen en dues categories:

. **Comparatius**: activen els esquemes ja existents, és a dir, recorden a l'individu el que ja saben però no s'adona de la seva importància, i també poden assenyalar diferències i semblances dels conceptes.

. **Explicatius**: proporcionen coneixement nou que els estudiants necessitaran per a entendre la informació que subsegueix als esquemes ja assimilats.

Podem considerar a la teoria que ens ocupa com una teoria psicològica de l'aprenentatge en l'aula. Ausubel ha construït un marc teòric que pretén adonar dels mecanismes pels quals es porta a terme l'adquisició i retenció dels grans cossos de significat que es manegen en un centre d'ensenyament.

La Teoria de l'Aprenentatge Significatiu és una teoria psicològica perquè s'ocupa dels processos mateixos que l'individu posa en joc per a aprendre. Des d'aquesta perspectiva, cap destacar que l'autor emfatitza el que ocorre en l'aula quan els estudiants aprenen, en la naturalesa d'aquest aprenentatge, en les condicions que es requereixen perquè aquest es produeixi, en els seus resultats i, conseqüentment, en la seva avaluació (Ausubel, 1976). És una teoria d'aprenentatge perquè aquesta és la seva finalitat.

Per a concloure, és d'esment que Ausubel té similituds i diferències amb els seus antecessors i en aquest aspecte, cap esmentar que l'autor comparteix amb Vigotski la importància que li dona a la construcció de la seva història d'acord amb la realitat, de la mateixa manera que coincideix amb Piaget en la necessitat de conèixer els esquemes dels alumnes, no obstant això, no comparteix amb ell la importància de l'activitat i l'autonomia, ni tampoc els estadis piagetians lligats al desenvolupament com limitadors de l'aprenentatge, per tant, ell considera que qui ho condiciona és la quantitat i qualitat

dels conceptes rellevants i les estructures proposicionals de l'alumne. I respecte a Bruner, Ausubel considera que l'aprenentatge per descobriment és poc eficaç per a l'aprenentatge de la ciència.

La Teoria de l'Aprenentatge Significatiu aborda tots i cadascun dels elements, factors, condicions i tipus que garanteixen l'adquisició, l'assimilació i la retenció del contingut que l'escola ofereix a l'alumnat, de manera que adquireixi significat per al mateix.

3.3.3.1. L'aprenentatge significatiu aplicat a Enginyeria i Arquitectura La Salle

Les bases per a fomentar i aplicar un aprenentatge significatiu en l'aula són molt extenses i influeixen en tots els vessants de l'ensenyament.

Les bases principals per a aplicar aquesta concepció de l'aprenentatge són (Antoni Ballester, 2002):

- El treball obert.
- La motivació.
- El mitjà.
- La creativitat.
- El mapa conceptual.
- L'adaptació curricular.

En el mapa conceptual que tenim a continuació, podem veure com es prepara una unitat didàctica significativa. Confeccionarem la unitat didàctica segons el currículum tenint en compte el tema, el producte (material produït per l'alumnat) que ha de ser obert, motivador, relacionat amb el mitjà i creatiu; el mapa conceptual per a connectar tots els conceptes que s'han de consolidar en la unitat didàctica i l'oportuna adaptació curricular del mateix.

Es vol veure primer com aprèn l'alumnat, per a veure com es construeix el coneixement, identificant el concepte d'aprenentatge significatiu. A continuació, i després d'aquest cos teòric, dur a la pràctica aquesta teoria mitjançant les variables clau de l'aprenentatge significatiu.

Totes les variables abans descrites com la base d'un bon aprenentatge significatiu són aplicades en les assignatures d'Enginyeria almenys com a principis d'actuació. Tot aprenentatge per a ser denominat com a tal ha de ser significatiu.

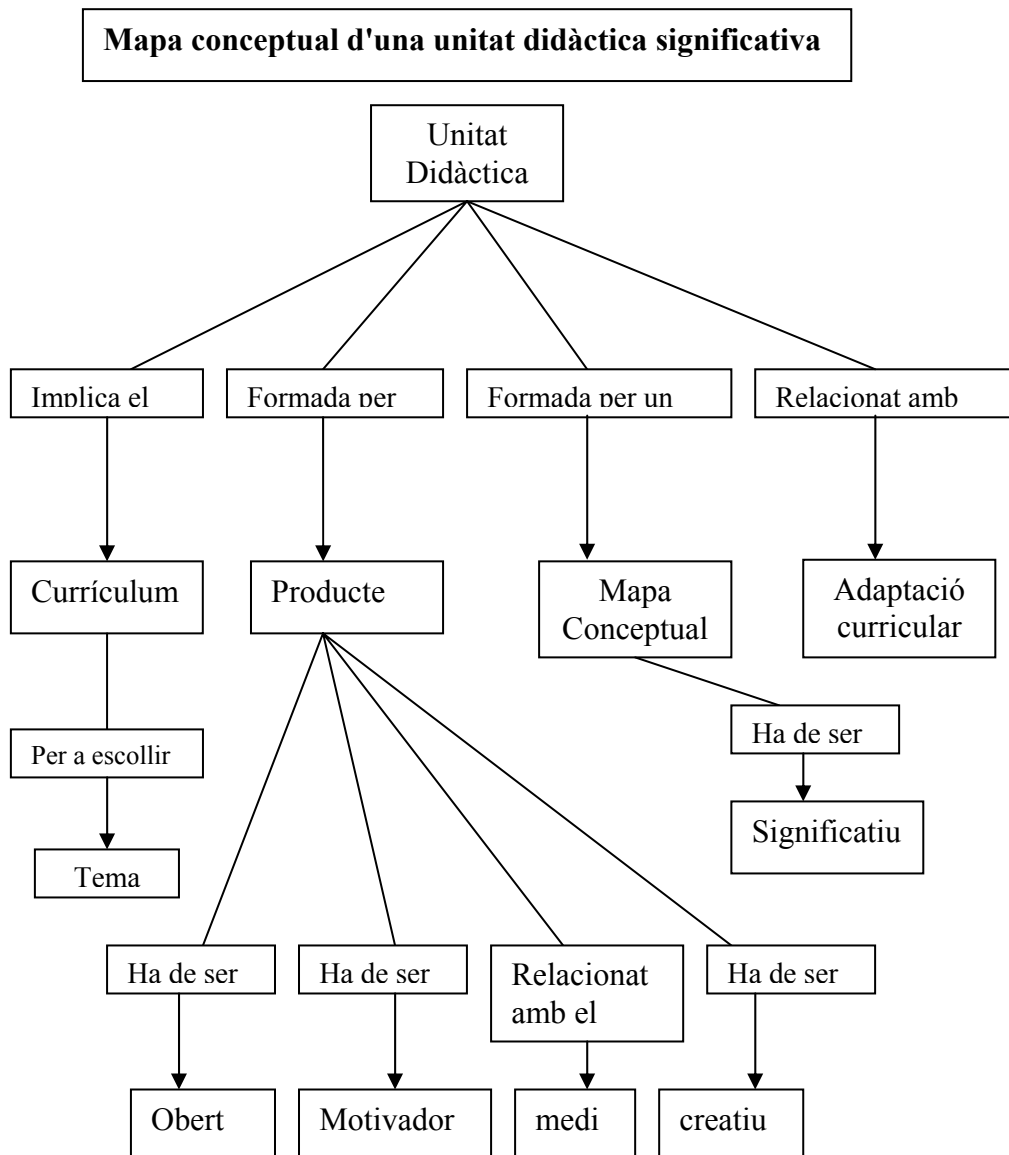


Figura 8: Mapa conceptual d'una unitat didàctica significativa (Ballester, 2002)

En enginyeria, les pràctiques de laboratori tenen una connotació similar a la del taller en altres disciplines, definint-se el taller com estratègia metodològica de treball grupal que va més enllà de l'aprenentatge de conceptes i que permet integrar teoria i pràctica al mateix nivell, a l'assolir que l'estudiant “aprengui fent” (Patiño, 2004). Així, dues premisses necessàries que ha de proveir la pràctica de laboratori són: ensenyar a pensar i aprendre fent.

Durant molt temps es va assumir l'aprenentatge des d'una perspectiva conductista, però pot afirmar-se amb certesa que l'aprenentatge humà va més enllà d'un simple canvi de conducta i que comporta a un canvi en el significat de l'experiència.

Els especialistes i investigadors en didàctica de les ciències sostenen que és convenient abandonar la noció de mètode d'ensenyament i canviar-la per la “d'Estratègia d'Aprenentatge”, que està més d'acord amb els enfocaments alternatius als mètodes

tradicionals i l'organització dels quals ha de necessàriament conduir cap a l'aprenentatge significatiu; aquests enfocaments alternatius descarten els models d'aprenentatge per transmissió i aprenentatge mecànic com les úniques formes d'adquirir coneixement, ja que en ells no s'estableixen els “subsumptors” adequats per a l'aprenentatge (Driver, 1988).

Aquestes estratègies docents es concreten en unes activitats en les quals:

“es fa servir certa informació bàsica procedent de fonts fiables, mitjançant procediments concrets associats als mitjans didàctics i en relació amb unes metes motivacionals positives internes o externes” (García i Cañal, 1995)

La pràctica de laboratori, és llavors, aquest espai d'aprenentatge on l'estudiant desenvolupa i adquireix destreses pràctiques que li permeten establir criteris d'enginyeria, comprovar - i en molts casos entendre - els conceptes teòrics que ha d'aprendre respecte a les diferents assignatures, i sobretot, establir relacions amb altres coneixements previs que ja ha de posseir.

Per la seva orientació pràctica i la seva aplicació correlaciona directament amb “el saber fer” propi de models constructivistes com el de Perkins (1997), Raths (1986), Pou (1989), Carretero (1993), entre d'altres, i necessàriament partir de la visió de l'aprenentatge significatiu de Ausubel (1983), que implica la comprensió, l'organització dels nous coneixements i els quals posseeix l'alumne (procés d'acomodació), i finalment una jerarquització d'ells que els permeti interrelacionar per a produir l'esperat efecte d'assimilació.

Per tot això, es planteja la pràctica de laboratori com estratègia d'aprenentatge significatiu en la qual l'alumne “aprèn a pensar” resolent problemes reals. Aquesta trenca amb el paradigma de l'educació clàssica centrada en el docent i en mètodes tradicionals d'aprenentatge memorístic, i consciència l'alumne de la seva necessitat d'aprendre i d'arribar més enllà de les notes de classe, perquè amb l'adequada motivació i la col·laboració del docent pugui arribar a ser autònom pel que fa referència al seu propi aprenentatge.

El procés de pràctiques es basa en tres models:

- *Pràctiques convencionals o de comprovació.*
- *Pràctiques de disseny.*
- *Pràctiques per projecte (PP) i Pràctiques Integradores (PI).*

Les pràctiques convencionals se centren bàsicament a comprovar el funcionament de circuits i muntatges, pel que es basen en un esquema més o menys repetitiu que permet a l'alumne amidar els seus assoliments a fi d'anar millorant a poc a poc. La clau d'aquest tipus de pràctiques resideix en l'activitat cognitiva que comporten els processos de comprensió i acomodació en els alumnes.

Les pràctiques de disseny, són aquelles on s'enfronta a l'estudiant amb problemes reals de baixa i mitjana complexitat a resoldre electrònicament, juntament amb unes especificacions tècniques a complir. Aquest tipus de pràctica se sustenta que l'aprenentatge no pot basar-se només en la comprensió i l'adquisició de coneixement, sinó que addicionalment suposa la seva permanència, mecanització i generalització per a ser usat en una gran varietat de situacions problemàtiques (Carretero, 1993).

Similarment, les pràctiques per projecte, que involucren coneixements adquirits en l'assignatura i fins i tot en altres anteriors de la mateixa àrea; i les pràctiques Integradores, que com el seu nom ho indica impliquen integrar coneixements de diferents àrees dintre de la carrera.

Aquestes dues últimes modalitats s'enfoquen cap al disseny, amb la perspectiva que el coneixement ha de ser coherent amb les problemàtiques que s'enfrontessin els estudiants en el seu rol social d'acompliment, incorporant d'aquesta forma una motivació lligada als seus interessos i necessitats en el procés d'aprenentatge. Així, els estudiants desenvolupen idees, construeixen significats amb els seus propis codis, i despleguen estratègies per aconseguir explicacions sobre “com i per quines les coses es comporten com ho fan” (Osborne i Wittrock, 1983).

Dins de la carrera d'Enginyeria hi ha una evolució de les primeres fins les últimes a mesura que es va avançant en els diferents cursos. En l'assignatura d'Electrònica II estem en la fase intermèdia.

A diferència del que la majoria de persones poguessin pensar sobre l'irrellevant paper que ocupa el docent dintre d'aquest procés i per tant el baix perfil necessari, el professor de laboratori ha de manejar amb solvència els conceptes teòrics lligats a les corresponents temàtiques i tenir cert grau d'experiència pràctica (entre major sigui aquesta, millors resultats es donaran) de tal forma que pugui interactuar dinàmicament amb els estudiants donant-li un caràcter actiu al procés d'aprenentatge:

“consolidant el coneixement i acostant-los d'una manera natural al treball científic d'investigació” (Hernández, 2001)

És a dir, el professor de laboratori ha de ser un líder, que compleixi amb les expectatives no només de saber el que ensenya, sinó també com i perquè ho ensenya.

Alguns dels processos que ha de liderar eficaçment el docent per al fidel compliment dels objectius de la pràctica de laboratori com espai d'aprenentatge, són:

A) Planificació:

Basat en els continguts programàtics del curs ha d'identificar les necessitats i interessos dels estudiants a fi de seleccionar temàtiques per a les pràctiques i elaborar adequadament les respectives guies.

En elaborar cada guia han de tenir-se molt clars els objectius que es persegueixen en la temàtica que es pretén reforçar, la complexitat del problema a resoldre i els coneixements necessaris per a la seva implementació. A més, ha de fer-se un estudi

del temps que consumirà l'estudiant per a la seva total execució -tenint en compte que ell ha de respondre per altres assignatures addicionals.

B) Execució:

Exercir tasques de coordinació, resolució de dubtes, seguiment, control i avaluació d'acompliment grupal i individual dintre del laboratori (els assoliments han d'assimilar-se amb components d'avaluació quantitativus).

Aquí és vital, a manera motivacional, implicar als estudiants en el seu propi procés d'aprenentatge, orientar-los cap a la discussió prèvia entre ells dels conceptes bàsics, conscienciar-los de la magnitud del treball que han de realitzar, propiciar la interacció positiva per a treball grupal on cada membre assumeixi els seus rols i responsabilitats perquè es prenguin decisions grupals sense la intervenció constant del professor, incrementar la seva capacitat d'acte anàlisi i de millora contínua, així com la seva actitud crítica de forma constructiva.

C) Sistematització de l'activitat:

Alimentar coneixements per a “aprendre de l'experiència” i millorar el procés, de tal forma que permeti a l'estudiant emmarcar clarament el seu treball dintre dels recursos i les possibilitats del desenvolupament de la pràctica, a nivell d'idea i de les seves pròpies capacitats, quant a esforç, compromís i dedicació, necessàries per a incrementar la seva autonomia.

Les pràctiques de laboratori són una forma d'aprenentatge cooperatiu que potencia el treball grupal compartint rols, responsabilitats i experiències, permetent fàcilment una retroalimentació positiva que possibiliti el millorament continu. D'aquesta forma, s'assoleix que l'estudiant, amb una bona dosi de motivació, pugui superar “els seus propis límits” de coneixement (Vigotski, 1985). És obvi que la motivació de l'alumne és un factor decisiu en l'èxit d'aquesta activitat, com ho són l'interès i el gust per l'assignatura que aquesta reforça.

Les pràctiques de laboratori, preses com estratègia d'aprenentatge, són una eina metodològica efectiva de tipus constructivista que permet als estudiants fixar i integrar adequadament els seus coneixements i crear els subsumptors necessaris per a establir tàctiques que els portin a enfrontar-los adequadament a problemàtiques similars a les quals trobaran en la seva vida professional. A més, aquesta metodologia desenvolupa en ells habilitats instrumentals i pràctiques, incentiva la seva autonomia i desig d'investigar, i indueix a una disciplina de treball organitzat individual i de forma agrupada, que permet optimitzar recursos, seguint les directrius de la metodologia de la investigació.

3.3.4. Conceptes i aplicacions de la teoria “gagniana”

La posició d'aquest autor es basa en un model de processament d'informació. En la seva teoria trobem una fusió entre conductisme i cognitivisme, encara que també es pot

interpretar un intent per unir conceptes piagetians i també de l'aprenentatge social de Bandura.

La suma d'aquestes idees fa que la teoria desenvolupada en el seu treball sigui titllada d'eclèctica. Sota el punt de vista d'aquesta teoria, l'aprenentatge es defineix com un canvi en la capacitat o disposició humana, relativament durador i que a més no pot ser explicat per processos de maduració. Aquest canvi és conductual, el que permet inferir que s'aconsegueix únicament mitjançant el procés d'aprenentatge. Trobem també alteracions de disposició, que tenen implicacions respecte als canvis conductuals, però de manera diferent. Aquestes alteracions es denominen "actitud", "interès" o "valor".

Existeixen quatre divisions específiques en l'enfocament de Gagné:

- 1) Inclou els processos de l'aprenentatge, com aprèn el subjecte i les bases per a la construcció de la teoria
- 2) Analitza els resultats de l'aprenentatge, els quals al seu torn es divideixen en sis:
 - Conjunt de formes bàsiques de l'aprenentatge
 - Destreses intel·lectuals
 - Informació verbal
 - Estratègies cognoscitives
 - Estratègies motrius
 - Actituds
- 3) Condicions de l'aprenentatge, què és el que ha de ser construït per la facilitació del mateix.
- 4) Aplicació d'aquesta teoria al disseny curricular, que inclou dues parts: anàlisi de la conducta final esperada i disseny de l'ensenyament.

Les informacions de l'ambient entren a través dels receptors (Sistema Nerviós Central - SNC), i tot seguit, passen al registre sensorial (estructura hipotètica). D'aquí la informació se'n va a la memòria a curt termini, on es porta a terme una codificació conceptual. El pas a la memòria a llarg termini, pot ser impulsat per un assaig o repetició interna. Si la informació es relaciona amb alguna preexistent, pot ser codificada i duta immediatament a la memòria de llarg termini. Gagné planteja l'existència d'una sola memòria, en la qual les de curt i llarg terminis siguin potser part d'un continu anomenat "memòria".

Existeixen també en aquest model processos de control executiu i expectatives, que formen part de la motivació, sigui extrínseca o intrínseca. La motivació prepara al subjecte per codificar o descodificar la informació, i la manera en com serà codificada la informació està determinada pel control executiu. Els elements constituents dels mecanismes interns d'aprenentatge són etapes de l'acte d'aprendre.

Existeixen també en aquest model processos de control executiu i expectatives, que formen part de la motivació, sigui extrínseca o intrínseca. La motivació prepara al subjecte per a codificar o descodificar la informació, i la manera en com serà codificada la informació està determinada pel control executiu.

Els elements constituents dels mecanismes interns d'aprenentatge són etapes de l'acte d'aprendre:

- 1.- Fase de motivació: expectatives.
- 2.- Fase de premsió: atenció perceptiva selectiva.
- 3.- Fase d'adquisició: codificació i magatzematge .
- 4.- Fase de retenció: acumulació en la memòria.
- 5.- Fase de recuperació: recuperació de la informació.
- 6.- Fase de generalització: transparència.
- 7.- Fase d'acompliment: generació de respostes.
- 8.- Fase de retroalimentació: reforçament.

Segons Robert Gagné, existeixen cinc capacitats diferents que poden ser apreses per l'individu:

1^a- **Destreses motores:** són capacitats molt importants en certes àrees de l'aprenentatge, en les quals es requereix uniformitat i regularitat en les respostes.

2^a- **Informació verbal:** ens envolta des de que naixem. Sempre que rebem informació, hem de mostrar una conducta. La seva recuperació és facilitada generalment per suggeriments externs. El més destacable de l'aprenentatge d'aquesta informació és que posseeix un ampli context significatiu, mitjançant el qual podem associar a informació ja existent.

3^a- **Destreses intel·lectuals:** s'inicia a l'adquirir discriminacions i cadenes simples, fins a arribar a conceptes i regles. En aquest aprenentatge necessitem combinar destresa intel·lectual i informació verbal prèviament apresada.

4^a- **Actituds:** són les capacitats que influeixen sobre les accions individuals de les persones. És necessari estudiar les actituds negatives i les positives, camp que va ser denominat per Bloom "domini afectiu". És aquí on Gagné ens mostra la seva postura eclèctica, ja que defineix les actituds com "un estat intern", però mesurable només a través de la conducta manifesta.

5^a- **Estratègies cognoscitives:** són destreses d'organització interna, que regeixen el comportament de l'individu en relació amb la seva atenció, lectura, memòria, pensament, etc. Les estratègies cognoscitives no estan carregades de contingut, ja que la informació que un aprèn és el contingut, de manera que les estratègies intel·lectuals i el seu domini ens ajudaran a fer una mica amb aquest contingut.

La idea de Gagné del fet que les destreses cognoscitives són les destreses de manegament que una persona va adquirint al llarg dels anys per a regir el seu propi

procés d'aprenentatge, atenció i pensament, dona un pas molt important per a entendre el metaaprenentatge. Aquesta idea ens planteja l'existència d'aprenentatge de continguts i de processos.

Es pot, d'aquesta manera, exemplificar el plantejat en tres etapes:

. *Primera etapa:* existència de processos cognitius, els quals serien mètodes de la persona per a percebre, assimilar i emmagatzemar coneixements.

. *Segona etapa:* es parla de “destresa mental” quan un o més d'aquests processos interns ha estat desenvolupat a un nivell d'eficiència relativament alta.

. *Tercera etapa:* quan s'aplica una destresa mental a una tasca, ja sigui per voluntat pròpia o ordre externa, podem dir que aquesta destresa funciona com una estratègia cognitiva.

Gagné emfatitza bastant en el problema de les condicions externes a la situació d'aprenentatge. A la llum dels seus conceptes, s'identifiquen quatre elements en la situació d'aprenentatge:

A) L'aprenent

B) Situació d'estimulació sota la qual transcorrerà l'aprenentatge, situació ensenyament-aprenentatge

C) Informació preexistent en la memòria o també “conducta d'entrada”, que és la qual duu a l'aprenent a la situació ensenyament-aprenentatge.

D) Conducta final que s'espera de l'aprenent.

Un dels primers elements importants de les condicions d'aprenentatge és establir les respostes que s'esperen de l'aprenent i això es fa a través de la formulació d'objectius. Quan aquests ja s'han fixat, llavors posem l'accent en les condicions d'aprenentatge.

A la taula 7 es presenta un quadre resum dels esdeveniments externs més importants, en relació amb les etapes de l'aprenentatge i les situacions que ens hi trobem.

Amb Gagné, podem concloure que la revisió i anàlisi de la literatura especialitzada en el desenvolupament de l'aprenentatge d'un individu ens permet proposar dues funcions fonamentals de les noves tecnologies en l'aprenentatge: la mediació cognitiva i la provisió d'estímuls sensorials. A partir d'aquestes funcions, es va desenvolupar un model instruccional sustentat en les teories cognitives que serveix de guia per al disseny d'ambients d'aprenentatge.

La possibilitat d'integrar els avanços científics en matèria d'aprenentatge, amb els recursos tecnològics, ofereix alternatives que no es poden ignorar. No obstant això, aquesta vinculació no s'assoleix per “generació espontània”, sinó que és necessari crear-la de manera intencionada i sota coneixement de causa.

3.3.4.1. Anàlisi i disseny de situacions d'ensenyament - aprenentatge a Enginyeria i Arquitectura La Salle

Segons ens diu Gagné, s'ha d'entendre l'aprenentatge com un canvi en la capacitat humana relativament durador si hi posem els mitjans adequats. Com és un canvi conductual, només el podrem millorar estudiant molt bé la dupla ensenyament-aprenentatge.

Igualment ens diu que l'aprenentatge no es produeix per una maduració ni per generació espontània, s'ha de cimentar. Això vol dir que si no posem les bases adequades en cada moment del procés, no podrem generar l'aprenentatge. Aquesta idea no s'aparta gaire de la que ja teníem en comte quan estudiàvem Vigostki i la ZDP dins de cada un dels processos o estadis d'aprenentatge. Cal donar les idees i les eines adequades en cada moment perquè l'alumne no es trobi desassistit o sense possibilitats d'avançar.

És a dir, es pot aprendre sempre i quan ensenyem el mínim necessari prèviament (tot i que sabem que aquest mínim variarà en funció de cada estudiant, per la qual cosa ens haurem d'apropar al més necessitat, buscant sempre un punt d'equilibri). No podem pretendre que sense una base l'alumne aprengui (maduració o generació espontània). Cal per tant en cada pràctica aportar el mínim de coneixements necessaris al començament i en cada etapa de la mateixa.

El coneixement que adquireixen el alumnes procurem que sigui el mes durador possible. Per tant, s'ha d'analitzar detalladament aquells coneixements i aspectes que observem en els tests que els alumnes obliden més fàcilment per tal de crear un reforç. És a dir, cal generar una retroalimentació important en aquells conceptes més costosos d'entendre o que més fàcilment s'obliden. Són els que fonamentalment han d'aparèixer a la pràctica, sense oblidar la resta que poden aparèixer d'una forma residual, ja que són igualment importants.

Del que es desprèn de Gagné, cal estudiar la conducta dels alumnes en front de les pràctiques per gestionar-les correctament. Això ens portarà a generar unes pràctiques per motivar-los i despertar-los un interès que generi una actitud positiva, la qual cosa crearà una comprensió i adquisició de coneixement adequats.

Aquí ens ajuda el fet de que les pràctiques siguin exemples de casos reals (que any a any es van adequant millorant aquells aspectes on es detecta que l'alumne s'encalla) i no meres entelèquies teòriques. Això els motiva més de cara a fer-les i que no se'ls faci una muntanya el procés pràctic.

Les classes teòriques i sobre tot les pràctiques han de ser amenes, ja que sinó creen un predisposició negativa. Això implica que les pràctiques no han de ser molt llargues i que la durada de les classes de pràctiques no han de ser tampoc llargues. Més val moltes pràctiques i curtes que no una pràctica i gran.

Per això, en l'assignatura d'Electrònica II és fan sis pràctiques no excessivament llargues durant el curs i de temàtiques molt ben definides (sempre referenciades a un capítol concret de les classes teòriques) perquè no generin una abstracció excessiva a l'alumne. Això no vol dir que hi pugui haver una pràctica (l'última, però que és optativa) que ho englobi tot i que demani una aportació d'enginy més gran per part de l'alumne.

Per últim, cal dir que s'ha d'estudiar molt bé les estratègies de motivació de l'alumne. Així per exemple, les pràctiques s'han de poder realitzar sense problemes durant l'època que no hi ha exàmens (aquest és el nostre cas) i no destorbar per tant altres processos de l'estudiant dins de la seva fase d'aprenentatge.

S'ha de planificar molt bé la durada (a l'alumne s'ha d'orientar-lo de quan trigarà a fer una pràctica i si l'estimació no es prou encertada i el temps de treball és molt més gran això crearà un sentiment de rebuig a la realització de les mateixes) i l'època de realització de les mateixes. No pot ser que durant els exàmens hagin de pensar en les pràctiques, ja que això crea preocupació i angoixa que no porta a res i només crea desconcert. Un alumne motivat sempre desenvoluparà millor les seves capacitats, i generarà una capacitat més gran d'adquisició de coneixement.

Capítol 4

Anàlisi de resultats

Com ja hem explicat anteriorment, per fer l'estudi de tots els interrogants que ens plantegem, l'experiment es basa en agafar una mostra de la població, i fer tres tests¹ (en l'annex 1 es mostren els tests realitzats) en determinats moments del seu camí d'aprenentatge en una tema teòric concret amb una pràctica associada² per veure'n la seva evolució. Esquemàticament, podem veure a la figura següent com s'estructura el model de pràctiques i els diferents tests dins de la línia d'aprenentatge.

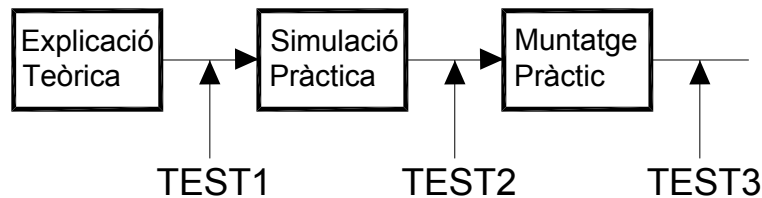


Figura 9: Estructura de l'experiment

La mostra invitada són alumnes que cursen l'assignatura electrònica (electrònica II es cursa en totes les quatre diferents especialitats d'Enginyeria Tècnica de Telecomunicacions). Cal pensar que hi ha alumnes repetidors (de només teoria o de només pràctiques, o de tot) o alumnes nous. Al final, l'experiment s'ha de restringir als alumnes nous per evitar la interferència d'aprenentatges d'anys anteriors, resultant una mostra adequada de 46 alumnes per aplicar l'esquema quasiexperimental de la figura 9. Aquest nombre s'ha reduït tant perquè malauradament hi ha alumnes que no es presenten a alguna de les parts o que entreguen la simulació o el muntatge fora de temps, la qual cosa comporta una mortalitat experimental.

Els estudis estadístics que desenvoluparem a partir de les tres notes dels tests, no seran merament descriptius, sinó que també establirem estadístiques correlacionals, proves de contrast i proves de validesa i fiabilitat. Per tal que l'experiment gaudeixi de rigor, primer farem el test de jutges avaluant els tests (per veure que en diuen els experts i comprovar que els tests estan ben formulats) i posteriorment un cop tinguem els resultats, avaluarem aquests per pronunciar-se sobre si són fiables (proves estàndard de correlació d'ítems i alfa de Cronbach).

Passem tot seguit a descriure quines són totes les proves estadístiques que hem realitzat en aquest treball.

4.1. Validesa de continguts: Test de Jutges

El més important de tot el procés d'anàlisi de dades, és partir d'uns tests fiables i correctament fets, la qual cosa ens assegura que les dades que extraurem seran correctes.

¹ Les dades bàsiques de treball que tindrem seran per tant: NOTA TEST1, NOTA TEST2 i NOTA TEST3.

² En el nostre cas, hem agafat una pràctica basada en etapes de potència, però com totes tenen el mateix format es podria haver escollit qualsevol altra dins de l'assignatura.

Per això, primer de tot, els que ens volíem assegurar abans de realitzar-los és que els tests estiguessin fets adequadament. Per aquest motiu, els primers 3 tests van estar confeccionats en col·laboració amb el responsable de pràctiques, amb la qual cosa ja es van descartar algunes preguntes i es va arribar a la composició dels tres tests amb 20 preguntes.

Aquestes preguntes disposaven de quatre respostes i només n'hi havia una de verdadera. Cap resposta era de l'estil "*cap de les anteriors*" o respostes similars. Així mateix es va decidir que les respostes incorrectes restessin (per evitar que les respostes de les preguntes que els alumnes desconeixien es fes de forma aleatòria), però tampoc no en excés per evitar que l'alumne no respongués en front d'algun dubte puntual. Finalment es va optar perquè cada quatre preguntes incorrectes restes una.

Des del punt de vista de continguts, en cada un dels tres tests es pregunta el mateix, encara que reformulant les preguntes. Cal dir, que hi ha preguntes que exactament són les mateixes per veure quina és l'evolució d'alguns determinats conceptes (són un parell i es basen sobre tot en els conceptes teòrics). La temàtica tractada la podem desglossar esquemàticament com tenim a continuació:

ETAPES DE POTÈNCIA	
1.	Introducció
	a) Objectius
	b) Funcionalitats
2.	Tipus i classificació
3.	Paràmetres:
	a) Potències
	b) Rendiment
	c) Distorsió
	d) Ample de banda
4.	Classe A
	a) Esquema
	b) Funció de transferència
	c) Rendiment
	d) Distorsió
5.	Classe B
	a) Esquema
	b) Funció de transferència
	c) Rendiment
	d) Distorsió
6.	Classe AB
	a) Esquema
	b) Funció de transferència
	c) Rendiment
	d) Distorsió

Taula 11: Índex de la teoria estudiada

Valorats els tests en quant a continguts, es verifica que hi ha preguntes de tots els apartats anteriors, on alguns estan relacionats entre ells (sobre tot en rendiments i distorsió), per la qual cosa, el test dona una valoració global dels coneixements adquirits en aquest capítol.

Un cop fets els tests, aquests s'han donat a experts en la matèria, perquè els valorin, és a dir, per fer el que s'anomena el test de jutges. Aquests experts són professors del Departament d'Electrònica d'Enginyeria i Arquitectura La Salle³ i estan relacionats amb l'assignatura a estudi. La taula dels professors que han exercit de jutges la tenim a continuació.

	JUTGES	CÀRREG
J1	Carles Garriga	<i>Responsable de pràctiques d'Electrònica II</i>
J2	Xavier-Martí Carné	<i>Professor de pràctiques d'Electrònica II</i>
J3	Adam Giralt	<i>Professor de pràctiques d'Electrònica II</i>
J4	Felipe Ruiz	<i>Professor de teoria d'Electrònica II</i>
J5	Jordi Bellana	<i>Professor de pràctiques d'Electrònica II</i>
J6	Carles Giol	<i>Professor de teoria d'Electrònica II</i>

Taula 12: Professors jutges dels diferents tests

A aquests professors se'ls ha donat el test i se'ls ha demanat que valorin de forma global cada una de les 20 preguntes de cada un d'ells (60 en total), en funció de quatre aspectes fonamentals:

- la rellevància que tingui la pregunta dins del temari a estudi,
- que tingui un significat clar i que no es presenti a confusions,
- la pertinència a l'àmbit que estem estudiant, i
- la seva discriminació, separant els individus que tenen el coneixement que busquem i els individus que no el tenen.

Analitzem tot seguit quin ha estat el resultat per cada un dels tres tests per separat.

4.1.1. Test de Jutges pel TEST 1

Aquest test que analitzem és el que es fa després de l'explicació teòrica i abans de que els alumnes facin la simulació⁴ de tots els circuits implicats en la temàtica.

La puntuació dels diferents jutges les tenim a la taula següent. En ell a més de la puntuació de cada una de les preguntes tenim, la mitjana per professor i la mitjana per cada una de les preguntes.

TEST1	JUTGE 1	JUTGE 2	JUTGE 3	JUTGE 4	JUTGE 5	JUTGE 6	MITJA
1	10	9	10	10	10	10	9,83
2	10	10	9	9	10	10	9,67

³ El doctorand també és membre d'aquest Departament.

⁴ Aquesta simulació es fa mitjançant el programa sota entorns de Windows anomenat PSPICE, marca registrada d'Orcad, Inc.

3	8	9	9	8	10	10	9,00
4	6	8	7	7	7	9	7,33
5	10	9	9	10	10	10	9,67
6	10	9	10	10	10	10	9,83
7	10	9	9	10	10	9	9,50
8	10	8	9	10	10	10	9,50
9	6	7	6	7	8	8	7,00
10	8	8	7	8	8	8	7,83
11	8	9	8	8	8	9	8,33
12	8	6	8	8	7	10	7,83
13	10	10	9	9	9	10	9,50
14	8	7	9	9	9	9	8,50
15	6	9	6	8	8	7	7,33
16	8	7	7	8	8	8	7,67
17	6	6	8	8	8	7	7,17
18	6	8	9	8	8	7	7,67
19	10	8	8	9	9	10	9,00
20	10	8	10	9	9	8	9,00
MITJA	8,4	8,2	8,35	8,65	8,8	8,95	8,56
STD⁵	1,62	1,12	1,19	0,96	1,03	1,12	0,98

Taula 13: Puntuació dels Judges pel Test 1

Com podem observar, les notes de cada un dels professors són força altes (el que fa que les mitjanes per professor oscil·lin entre 8,2 i 8,95), amb la qual cosa entenem que el test està valorat molt positivament. A més, això fa que la mitjana de puntuació per cada una de les preguntes també siguin altes (mitjana total de 8,56) fent que no hi hagi cap nota mitja que estigui per sota de 7. Això ens indica que el test està ben plantejat. Cal indicar que la desviació estàndard també és relativament baixa, per la qual cosa ens indica que no hi ha una dispersió de les notes.

Per veure que les notes de cada un dels professors guarden també una relació entre si, hem generat una taula de correlacions, calculant les *r de Pearson*⁶ entre les notes de cada un dels professors i les notes dels altres, a més de correlar-les amb les mitjanes de cada una de les notes.

⁵ STD: ens estem referint a la desviació estàndard. Si volem saber la variança caldrà elevar aquest valor al quadrat.

⁶ El coeficient de correlació producte o moment *r de Pearson* és un índex adimensional acotat entre -1 i 1, i que reflexa el grau de dependència lineal entre dos conjunts de dades.

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

var019	12,08		
var020	12,25		

Taula 15: W de Kendall pel Test 1

En el cas que ens ocupa veiem que el coeficient de concordança de Kendall és $W=0.695$, amb un resultat significatiu fent la prova ji-quadrat. Això vol dir que es pot considerar que el conjunt de jutges presenta una homogeneïtat de criteri considerable (propera al 70% del valor que seria absoluta unanimitat) i que el resultat és significatiu, per la qual cosa es rebutja la hipòtesi d'absència de correlació.

Cal notar que aquesta ordenació coherent feta pel grup de jutges s'ha obtinguda tot i les elevades puntuacions atorgades als ítems, la qual cosa fa pensar que, a més de la seva unanimitat en la valoració del qüestionari, hi ha un elevat grau de precisió en les opinions emeses.

4.1.2. Test de Jutges pel TEST 2

Aquest test que analitzem és el que es fa després de la simulació pràctica de tots els circuits implicats en la temàtica i abans de que els muntin físicament. La puntuació dels diferents jutges les tenim a la taula següent.

TEST 2	JUTGE 1	JUTGE 2	JUTGE 3	JUTGE 4	JUTGE 5	JUTGE 6	MITJA
1	10	9	9	10	10	10	9,67
2	10	9	10	9	10	10	9,67
3	8	9	8	8	10	9	8,67
4	6	8	7	7	7	6	6,83
5	10	9	9	10	10	10	9,67
6	10	9	10	10	10	10	9,83
7	10	9	9	10	10	9	9,50
8	8	9	10	10	10	9	9,33
9	6	8	7	7	7	7	7,00
10	6	8	6	8	7	9	7,33
11	6	9	7	8	8	9	7,83
12	6	5	6	8	7	7	6,50
13	10	9	7	9	9	10	9,00
14	10	8	10	9	9	10	9,33
15	6	9	9	8	8	9	8,17
16	8	8	8	8	8	6	7,67
17	8	8	8	9	10	8	8,50
18	8	9	10	9	9	9	9,00
19	10	9	8	9	10	10	9,33

20	8	8	10	9	10	9	9,00
MITJA	8,2	8,45	8,4	8,75	8,95	8,8	8,59
STD	1,66	0,92	1,36	0,94	1,20	1,29	1,03

Taula 16: Puntuació dels Judges pel Test 2

Com en el cas del test anterior, les notes dels professors són força altes (les seves mitjanes van entre 8,2 i 8,95) i la mitjana total del test és de 8,59 que és una nota força alta. A més, cada una de les mitjanes per preguntes donen notes força elevades ja que totes estan per sobre de 7, exceptuant dues que estan entre 6,5 i 7. Aquest test per tant també està ben puntuat entre els experts. Indicar que la desviació estàndard està dins d'uns marges relativament petits.

Com abans, hem generat la taula de correlacions entre les notes de cada un dels professors i els altres, així com amb la mitjana.

TEST 2	J1	J2	J3	J4	J5	J6	MITJA
J1	1,00	0,46	0,59	0,80	0,81	0,67	0,89
J2	0,46	1,00	0,50	0,42	0,56	0,58	0,68
J3	0,59	0,50	1,00	0,67	0,72	0,50	0,80
J4	0,80	0,42	0,67	1,00	0,83	0,70	0,88
J5	0,81	0,56	0,72	0,83	1,00	0,67	0,92
J6	0,67	0,58	0,50	0,70	0,67	1,00	0,82
MITJA	0,89	0,68	0,80	0,88	0,92	0,82	1,00

Taula 17: Correlacions entre les puntuacions dels Judges pel Test 2

Les correlacions segueixen sent força altes, malgrat com abans el jutge 2 és el que discrepa més amb els altres (en general les correlacions són semblants al test 1). Per acabar de verificar que el test és correcte, farem la W de Kendall d'aquest segon conjunt de notes.

Resultats càlcul de coeficient de concordança W de Kendall TEST 2												
	Rang promig											
var001	15,67											
var002	15,50											
var003	10,50											
var004	3,08											
var005	15,67											
var006	16,50											
var007	14,42											
var008	14,08											
var009	3,42											
var010	4,58											
		<table border="1"> <tr> <td>N</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>W de Kendall(a)</td> <td>,688</td> </tr> <tr> <td>ji-quadrat</td> <td>78,447</td> </tr> <tr> <td>gl</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Sig. asintòt.</td> <td>,000</td> </tr> </table>	N	6	W de Kendall(a)	,688	ji-quadrat	78,447	gl	19	Sig. asintòt.	,000
N	6											
W de Kendall(a)	,688											
ji-quadrat	78,447											
gl	19											
Sig. asintòt.	,000											

var011	7,25		
var012	2,92		
var013	12,25		
var014	12,83		
var015	8,58		
var016	6,00		
var017	9,25		
var018	12,00		
var019	14,00		
var020	11,50		

Taula 18: W de Kendall pel Test 2

El coeficient de concordança de Kendall és $W=0.688$, amb un resultat significatiu fent la prova ji-quadrat. També en el TEST 2 es pot considerar que el conjunt de jutges presenta una homogeneïtat de criteri considerable (propera al 70% del valor que seria absoluta unanimitat) i que el resultat és significatiu, per la qual cosa es rebutja la hipòtesi d'absència de correlació.

La diferència de correlació entre el TEST 1 i el TEST 2 és de tan sols unes centèsimes, per la qual cosa podem considerar bastant estable la coherència del grup de jutges.

4.1.3. Test de Jutges pel TEST 3

Aquest test que analitzem és el que es fa tot just després de que els alumnes muntin físicament tots els circuits simulats anteriorment. La puntuació dels diferents jutges les tenim a la taula següent.

TEST 3	JUTGE 1	JUTGE 2	JUTGE 3	JUTGE 4	JUTGE 5	JUTGE 6	MITJA
1	8	9	8	9	9	10	8,83
2	6	6	7	8	7	9	7,17
3	8	9	8	10	10	10	9,17
4	10	8	9	9	10	10	9,33
5	8	9	9	9	10	10	9,17
6	10	10	9	10	10	10	9,83
7	6	6	7	7	7	8	6,83
8	8	9	8	8	7	7	7,83
9	8	10	9	8	9	9	8,83
10	6	6	6	8	7	8	6,83
11	6	6	9	8	7	8	7,33
12	10	10	6	9	8	10	8,83
13	6	8	7	7	7	9	7,33
14	10	9	9	9	9	10	9,33
15	8	8	8	8	8	9	8,17

16	6	5	7	7	7	7	6,50
17	8	7	7	8	8	9	7,83
18	10	9	9	9	10	10	9,50
19	10	10	10	9	10	10	9,83
20	10	10	10	8	9	10	9,50
MITJA	8,1	8,2	8,1	8,4	8,45	9,15	8,40
STD	1,61	1,60	1,18	0,86	1,24	1,01	1,07

Taula 19: Puntuació dels Judges pel Test 3

La nota mitja d'aquest tercer test, tot i ser alta, és la més baixa dels tres (8,40). Les puntuacions mitges dels judges segueixen sent altes (entre 8,1 i 9,15), així com les puntuacions mitges de cada una de les preguntes, ja que només en tres casos estan per sota de 7 (però per sobre de 6,50), mentre que en la resta de casos molts estan al voltant o per sobre de 9.

Com en els casos anteriors, hem establert les correlacions entre les notes de professors i les mitjanes.

TEST 3	J1	J2	J3	J4	J5	J6	MITJA
J1	1,00	0,81	0,57	0,69	0,78	0,73	0,91
J2	0,81	1,00	0,55	0,63	0,71	0,69	0,88
J3	0,57	0,55	1,00	0,40	0,69	0,45	0,72
J4	0,69	0,63	0,40	1,00	0,81	0,73	0,81
J5	0,78	0,71	0,69	0,81	1,00	0,82	0,93
J6	0,73	0,69	0,45	0,73	0,82	1,00	0,85
MITJA	0,91	0,88	0,72	0,81	0,93	0,85	1,00

Taula 20: Correlacions entre les puntuacions dels Judges pel Test 3

En aquest cas, és el que ens dona les millors relacions entre tots. En aquest cas, inclòs amb el jutge 2 no hi ha discordança, malgrat ara és el jutge 3 qui s'aparta una mica dels altres. Per veure finalment que el test és realment correcte, tal com sembla, farem la W de Kendall.

Resultats càlcul de coeficient de concordança W de Kendall TEST 3							
		Rang promig			N	6	
	var001	12,50			W de Kendall(a)	,740	
	var002	5,25			ji-quadrat	84,332	
	var003	14,08			gl	19	
	var004	14,67			Sig. asintòt.	,000	
	var005	14,25					

var006	17,08		
var007	3,67		
var008	7,50		
var009	11,83		
var010	4,00		
var011	6,25		
var012	12,67		
var013	5,08		
var014	14,58		
var015	8,67		
var016	2,83		
var017	7,58		
var018	15,42		
var019	17,08		
var020	15,00		

Taula 21: W de Kendall pel Test 3

El coeficient de concordança de Kendall és $W=0.740$, amb un resultat significatiu fent la prova ji-quadrat. També en el TEST 3 es pot considerar que el conjunt de jutges presenta una homogeneïtat de criteri considerable (gairebé un 75% del valor que seria absoluta unanimitat) i que el resultat és significatiu, per la qual cosa es rebutja la hipòtesi d'absència de correlació.

La diferència de correlació entre el TEST 3 i els TEST 1 i TEST 2 és d'entre cinc i sis centèsimes, passant de la barrera del 70%. Això ens indica que per al grup de jutges hi ha una discriminació major (i major coherència) a l'hora d'avaluar els ítems.

4.1.4. *Jutge extra fora de l'àmbit a estudi*

Com hem vist, el test de jutges ha donat resultats molt satisfactoris. Ara bé, per contrastar que els resultats no han estat casualitat (i potser provocats perquè les puntuacions de tots els jutges eren altes i sembla que així sigui més fàcil que correlacionin), volguérem provar l'experiment amb altres professors aliens a l'assignatura.

Així escollírem varis jutges del Departament d'Electrònica però no familiaritzats amb la matèria a estudi. Els resultats van ser similars entre ells però curiosament diferents als experts malgrat les notes continuaven sent altes. Això ens va donar més la certesa de que els tests avaluats pels experts eren fiables.

A tall d'exemple, en la següent taula tenim les puntuacions d'en Jordi Albó, professor d'electrònica però d'altres cursos i que mai ha impartit la temàtica en qüestió.

	TEST 1	TEST 2	TEST 3
1	8	9	9
2	10	9	9
3	8	8	10

4	10	10	9
5	9	9	9
6	9	9	9
7	9	9	10
8	10	10	9
9	9	9	9
10	7	7	7
11	8	8	7
12	7	7	9
13	9	9	9
14	9	9	8
15	10	10	10
16	9	9	7
17	6	9	9
18	7	7	9
19	9	9	8
20	9	9	4

Taula 22: Puntuacions del nou jutge extern

Com podem veure les notes segueixen essent altes (malgrat hi ha un quatre en una pregunta la qual cosa ens indica tal com volien contrastar que la visió és diferent que la gent que ha treballat sobre la temàtica). A més també establírem les diferents correlacions de Pearson anul·lant un dels jutges (concretament el sisè) i substituint-lo pel nou professor. En les tres taules següents podem observar els resultats.

TEST1	J1	J2	J3	J4	J5	J6	MITJA
J1	1,00	0,50	0,70	0,86	0,77	0,31	0,91
J2	0,50	1,00	0,36	0,43	0,60	0,46	0,71
J3	0,70	0,36	1,00	0,76	0,71	-0,05	0,75
J4	0,86	0,43	0,76	1,00	0,84	0,24	0,89
J5	0,77	0,60	0,71	0,84	1,00	0,32	0,90
J6	0,31	0,46	-0,05	0,24	0,32	1,00	0,48
MITJA	0,91	0,71	0,75	0,89	0,90	0,48	1,00

Taula 23: Correlacions entre les puntuacions amb el nou jutge pel Test 1

TEST 2	J1	J2	J3	J4	J5	J6	MITJA
J1	1,00	0,46	0,59	0,80	0,81	0,24	0,87
J2	0,46	1,00	0,50	0,42	0,56	0,38	0,68
J3	0,59	0,50	1,00	0,67	0,72	0,37	0,83

J4	0,80	0,42	0,67	1,00	0,83	0,16	0,85
J5	0,81	0,56	0,72	0,83	1,00	0,27	0,91
J6	0,24	0,38	0,37	0,16	0,27	1,00	0,47
MITJA	0,87	0,68	0,83	0,85	0,91	0,47	1,00

Taula 24: Correlacions entre les puntuacions amb el nou jutge pel Test 2

TEST 3	J1	J2	J3	J4	J5	J6	MITJA
J1	1,00	0,81	0,57	0,69	0,78	-0,07	0,88
J2	0,81	1,00	0,55	0,63	0,71	0,05	0,87
J3	0,57	0,55	1,00	0,40	0,69	-0,28	0,66
J4	0,69	0,63	0,40	1,00	0,81	0,21	0,83
J5	0,78	0,71	0,69	0,81	1,00	0,10	0,92
J6	-0,07	0,05	-0,28	0,21	0,10	1,00	0,23
MITJA	0,88	0,87	0,66	0,83	0,92	0,23	1,00

Taula 25: Correlacions entre les puntuacions amb el nou jutge pel Test 3

Com podem veure, les correlacions del nou jutge són molt baixes i inclús algunes negatives no solament amb els altres jutges, sinó que això també passa amb les correlacions amb les notes mitjanes. Això ens indica que el fet de que els criteris dels jutges inicials siguin tant semblants és degut realment al coneixement que tenen de la matèria, i per tant, dona fiabilitat als tres tests.

4.2. Comparativa amb altres cursos

Per veure si la mostra que hem agafat és coherent, el que volem fer també és comparar als alumnes del curs actual, amb els alumnes de cursos anteriors en la mateixa assignatura, per tal de veure que la mostra és normal.

A les taules següents, tenim les estadístiques d'aprovat i suspesos, amb les seves notes mitges dels últims anys dins de l'assignatura d'electrònica II. Aquestes estan desglossades per trimestres juntament amb les convocatòries de Juny i Setembre.

Cal indicar, que com que el doctorant ha estat professor d'aquesta assignatura els últims anys, pot assegurar que el temari de la mateixa i el nivell exigut en els exàmens ha estat pràcticament el mateix, per la qual cosa, si el curs a estudi ens ha de servir com a mostra, el resultat global de les notes hauria de guardar una coherència amb els cursos anteriors.

Curs 2005/2006				
	Nadal	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	86	44,33	55,84	4,56
Aprovats	68	35,05	44,16	Nota mitja totals

NP	40	20,62		3,62
Tot	194			
	Pasqua	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	83	42,78	56,46	4,72
Aprovats	64	32,99	43,54	Nota mitja totals
NP	47	24,23		3,58
Tot	194			
	Juny	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	66	34,02	42,86	4,80
Aprovats	88	45,36	57,14	Nota mitja totals
NP	40	20,62		3,81
Tot	194			
	Setembre	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	21	19,81	35,59	4,92
Aprovats	38	35,85	64,41	Nota mitja totals
NP	47	44,34		2,72
Tot	106			

Taula 26: Notes d'Electrònica II del curs 2005/06

Curs 2004/2005				
	Nadal	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	87	39,37	52,41	4,96
Aprovats	79	35,75	47,59	Nota mitja totals
NP	55	24,89		3,72
Tot	221			
	Pasqua	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	104	47,06	66,24	4,32
Aprovats	53	23,98	33,76	Nota mitja totals
NP	64	28,96		3,07
Tot	221			
	Juny	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	58	26,13	36,71	5,20
Aprovats	100	45,05	63,29	Nota mitja totals
NP	64	28,83		3,70
Tot	222			
	Setembre	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	23	19,01	36,51	5,01
Aprovats	40	33,06	63,49	Nota mitja totals
NP	58	47,93		2,61
Tot	121			

Taula 27: Notes d'Electrònica II del curs 2004/05

Curs 2003/2004				
	Nadal	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	113	38,05	50,45	4,76
Aprovats	111	37,37	49,55	Nota mitja totals
NP	73	24,58		3,59
Tot	297			
	Pasqua	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	140	47,14	66,99	4,26

Aprovats	69	23,23	33,01	Nota mitja totals
NP	88	29,63		2,99
Tot	297			
	Juny	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	96	32,32	44,65	4,62
Aprovats	119	40,07	55,35	Nota mitja totals
NP	82	27,61		3,34
Tot	297			
	Setembre	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	27	14,67	27,00	5,40
Aprovats	73	39,67	73,00	Nota mitja totals
NP	84	45,65		2,93
Tot	184			

Taula 28: Notes d'Electrònica II del curs 2003/04

Curs 2002/2003				
	Nadal	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	234	54,55	79,05	3,63
Aprovats	62	14,45	20,95	Nota mitja totals
NP	133	31,00		2,51
Tot	429			
	Pasqua	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	131	30,54	46,29	4,94
Aprovats	152	35,43	53,71	Nota mitja totals
NP	146	34,03		3,26
Tot	429			
	Juny	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	117	27,27	49,58	5,18
Aprovats	119	27,74	50,42	Nota mitja totals
NP	193	44,99		2,85
Tot	429			
	Setembre	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	35	11,55	24,31	5,42
Aprovats	109	35,97	75,69	Nota mitja totals
NP	159	52,48		2,57
Tot	303			

Taula 29: Notes d'Electrònica II del curs 2002/03

Curs 2001/2002				
	Nadal	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	220	52,76	76,39	3,64
Aprovats	68	16,31	23,61	Nota mitja totals
NP	129	30,94		2,52
Tot	417			
	Pasqua	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	180	43,17	62,94	4,30
Aprovats	106	25,42	37,06	Nota mitja totals
NP	131	31,41		2,95
Tot	417			
	Juny	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats

Suspesos	118	28,30	48,56	4,78
Aprovats	125	29,98	51,44	Nota mitja totals
NP	174	41,73		2,79
Tot	417			
	Setembre	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	28	9,30	20,59	5,18
Aprovats	108	35,88	79,41	Nota mitja totals
NP	165	54,82		2,34
Tot	301		Punts totals: 704	

Taula 30: Notes d'Electrònica II del curs 2001/02

Curs 2000/2001				
	Nadal	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	209	54,15	76,00	3,45
Aprovats	66	17,10	24,00	Nota mitja totals
NP	111	28,76		2,46
Tot	386			
	Pasqua	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	120	31,09	60,00	4,53
Aprovats	80	20,73	40,00	Nota mitja totals
NP	186	48,19		2,35
Tot	386			
	Juny	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	101	26,17	53,72	4,65
Aprovats	87	22,54	46,28	Nota mitja totals
NP	198	51,30		2,27
Tot	386			
	Setembre	% Total	% Presentats	Nota mitja presentats
Suspesos	24	8,00	17,02	5,01
Aprovats	117	39,00	82,98	Nota mitja totals
NP	159	53,00		2,35
Tot	300			

Taula 31: Notes d'Electrònica II del curs 2000/01

Malgrat tenim estadístiques de més anys, després de fer el curs 2000/01 ja no es va continuar, ja que veiem que els últims cursos (del 2002/03 cap avall) no guardaven una coherència amb els altres, tot i que si entre ells. Primer la cosa ens va sorprendre, però després això va tenir una fàcil explicació.

Fins el curs 2002/03 els alumnes que cursaven Enginyeria Tècnica Informàtica especialitat Informàtica de Sistemes també cursaven electrònica II, i partir d'aquell any, en haver un pla d'estudis nou, aquesta assignatura va desaparèixer del seu temari.

Els alumnes d'Informàtica (en part perquè no es una matèria que no els motiva, i en part perquè els propis professors d'Informàtica hi ha contribuït, ja que de fet van ser ells qui van treure l'electrònica del pla d'estudis, cosa que és una llàstima ja que els hi tenia algunes portes en el moment d'anar a buscar feines) no sentien especial predilecció per l'assignatura, per la qual cosa o no es presentaven o la seva nota era baixa respecte la mitjana. Això ha estat fàcil de comprovar agafant la llista de no presentats i suspesos d'aquells cursos contrastant-la amb la seva especialitat.

A partir del curs 2003/04 l'assignatura d'electrònica II ja només es cursava en les quatre especialitats d'Enginyeria Tècnica de Telecomunicacions. És evident que hi ha un canvi de resultats entre l'any 2003/04 i 2002/03, però el que és evident és que dos subgrups de mostres són molt semblants entre ells. Per una banda, podem veure que els cursos 2000/01, 2001/02 i 2002/03 guarden una gran similitud de resultats entre ells, i d'una altra banda, és clar que els tres cursos següents també tenen una gran similitud entre ells cosa que ens fa pensar que el curs a estudi és un curs perfectament vàlid com a patró per poder estendre els resultats i poder-los generalitzar a totes les possibles generacions d'estudiants.

4.3. Estudi de la mostra principal

Com ja hem comentat abans, de tota la població possible varem agafar 113 individus. Ara bé, per fer l'estudi principal ens hem quedat només amb 46 individus. Aquestes 46 individus són els alumnes que s'han presentat a tots tres exàmens, que han assistit a classe de teoria i que han presentat la simulació de la pràctica i el muntatge quan tocava. La mortalitat ha estat elevada, però hem de tenir en compte que a més dels factors a considerar que acabem de comentar (que són molts), també havíem d'eliminar tots aquells alumnes que fossin repetidors i que ja tinguessin les pràctiques aprovades en cursos anteriors.

Sobre aquestes 46 individus el que farem és un estudi complet de les notes dels tres tests i fer una comparativa entre ells. Aquesta comparativa també la farem per diferents grups que tenim en la mostra: per sexes, per grups de classe, per especialitats, per tipus de preguntes...

Cal dir que anteriorment hem validat el test en funció de l'opinió d'experts (test de jutges). Ara el que farem també, és validar el test en funció de les respostes obtingudes per veure que són fiables i que guarden totes una certa relació.

4.3.1. Notes del Test 1

Els resultats del coeficient Alfa de Cronbach (que ens donen idea de la fiabilitat de les dades d'un test) tret amb l'SPSS s'exposen a continuació. Pel que fa a l'anàlisi global, tenim una alfa elevada, malgrat la desviació en la puntuació dels ítems. Això és degut a l'elevada oscil·lació pròpia dels exàmens tipus test, però malgrat el sistema de penalització en cas d'error la consistència interna és considerable.

Estadístics de fiabilitat			
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en els elements tipificats	N d'elements	
,737	,711	20	

	Mitja	Desviació típica	N
VAR00001	,2101	,28204	46
VAR00002	,3152	,26927	46
VAR00003	,2917	,26396	46
VAR00004	,2156	,26503	46

	VAR00005	,2228	,29295	46
	VAR00006	,1667	,28382	46
	VAR00007	,2409	,28665	46
	VAR00008	,2409	,28665	46
	VAR00009	,0417	,20012	46
	VAR00010	,2301	,28609	46
	VAR00011	,1830	,28253	46
	VAR00012	,2120	,29171	46
	VAR00013	,2554	,28295	46
	VAR00014	,1178	,25795	46
	VAR00015	-,0489	,09057	46
	VAR00016	,2355	,26892	46
	VAR00017	,2138	,26681	46
	VAR00018	,3098	,26450	46
	VAR00019	,2120	,28038	46
	VAR00020	,0688	,24615	46

Taula 32: Estadístics de fiabilitat pel Test 1

D'altra banda, la taula de correlacions ítem-total i d'alfa resultant amb eliminació d'ítems és la següent:

	Mitja de l'escala si s'elimina l'element	Variança de l'escala si s'elimina l'element	Correlació element-total corregida	Alfa de Cronbach si s'elimina l'element
VAR00001	3,7246	4,352	,253	,731
VAR00002	3,6196	4,342	,281	,729
VAR00003	3,6431	4,236	,390	,720
VAR00004	3,7192	4,271	,355	,723
VAR00005	3,7120	4,183	,385	,720
VAR00006	3,7681	4,522	,106	,744
VAR00007	3,6938	4,284	,306	,727
VAR00008	3,6938	4,191	,389	,719
VAR00009	3,8931	4,527	,190	,735
VAR00010	3,7047	4,621	,022	,751
VAR00011	3,7518	4,144	,440	,715
VAR00012	3,7228	4,160	,408	,718
VAR00013	3,6793	4,217	,373	,721
VAR00014	3,8170	4,229	,409	,718
VAR00015	3,9837	4,830	-,272	,748
VAR00016	3,6993	4,107	,505	,710
VAR00017	3,7210	4,250	,371	,721
VAR00018	3,6250	4,280	,347	,723
VAR00019	3,7228	4,329	,276	,729
VAR00020	3,8659	4,476	,185	,736

Taula 33: Taula de correlacions i d'alfa pel Test 1

La qual cosa ens suggereix que es podria, si es considerés oportú, eliminar l'ítem 15. Ara bé, tenint en compte l'heterogeneïtat de l'assignatura és d'esperar que es presentin ítems amb correlacions baixes o negatives. Atès que es tracta d'una correlació de $r = -0.272$ es pot mantenir en el qüestionari per l'interès temàtic de la pregunta.

Per a consultes més detallades, s'adjunta la taula de correlacions ítem a ítem en l'annex 2. A efectes descriptius, es reproduïx la figura de distribució de notes i la taula de respostes:

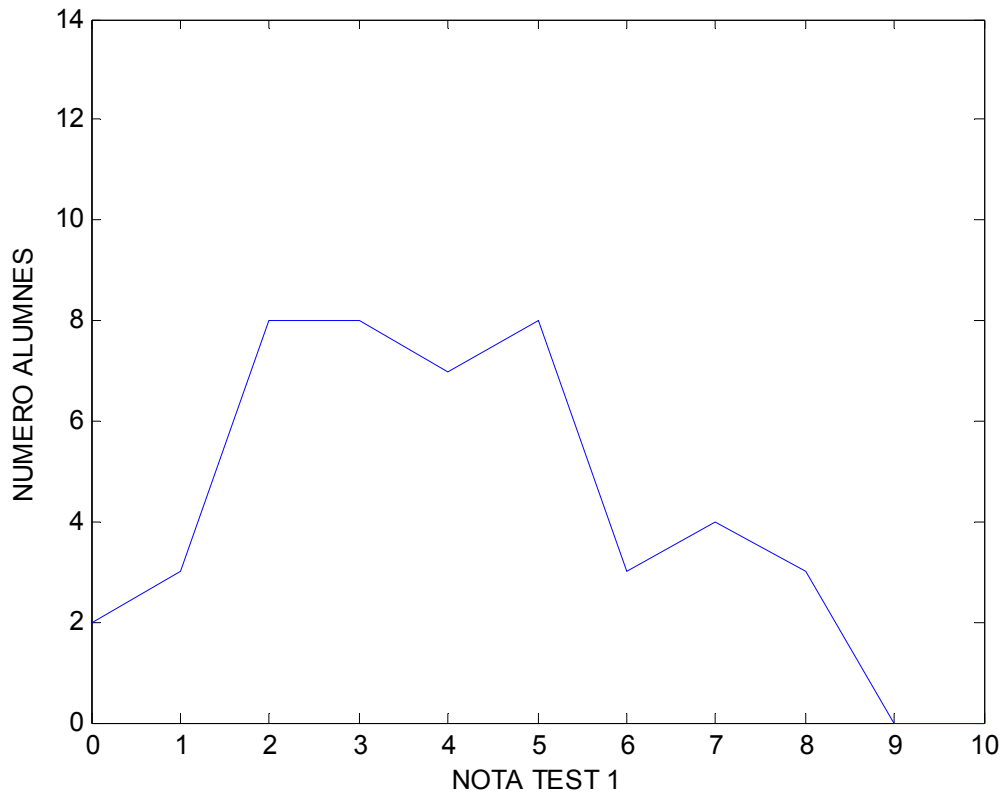


Figura 10: Distribució de les notes del Test 1

TEST 1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
B	22	31	28	21	24	19	25	25	7	24
M	16	12	7	7	21	22	17	17	19	17
NC	8	3	11	18	1	5	4	4	20	5

P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
20	23	26	14	1	23	21	30	22	11
19	21	15	19	33	8	8	9	15	28
7	2	5	13	12	15	17	7	9	7

Taula 34: Respostes del Test 1

4.3.2. Notes del Test 2

En el TEST 2 obtenim una consistència menor però, així i tot, l'alfa és acceptable atesa la mecànica habitual dels exàmens de tipus test.

Estadístics de fiabilitat			
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en els elements tipificats	N d'elements	
,606	,590	20	

	Mitja	Desviació típica	N
VAR00001	,2880	,28038	46
VAR00002	,4366	,18357	46
VAR00003	,1322	,26092	46
VAR00004	,3007	,26439	46
VAR00005	,2591	,29040	46
VAR00006	,2518	,28679	46
VAR00007	,2754	,28375	46
VAR00008	,3478	,25898	46
VAR00009	,1558	,25616	46
VAR00010	,1630	,27496	46
VAR00011	,2880	,28038	46
VAR00012	,0598	,22268	46
VAR00013	,3659	,24247	46
VAR00014	,1540	,26987	46
VAR00015	,2663	,28253	46
VAR00016	,2283	,27635	46
VAR00017	,0435	,22956	46
VAR00018	,2428	,27320	46
VAR00019	,3551	,24748	46
VAR00020	,3351	,25306	46

Taula 35: Estadístics de fiabilitat pel Test 2

D'altra banda, la taula de correlacions ítem-total i d'alfa resultant amb eliminació d'ítems és la següent:

	Mitja de l'escala si s'elimina l'element	Variança de l'escala si s'elimina l'element	Correlació element-total corregida	Alfa de Cronbach si s'elimina l'element
VAR00001	4,6612	3,150	,010	,621
VAR00002	4,5127	3,147	,089	,606
VAR00003	4,8170	3,033	,152	,601
VAR00004	4,6486	3,005	,178	,597
VAR00005	4,6902	2,810	,354	,571
VAR00006	4,6975	2,849	,317	,577
VAR00007	4,6739	2,882	,286	,582

VAR00008	4,6014	2,924	,280	,584
VAR00009	4,7935	2,917	,293	,582
VAR00010	4,7862	2,800	,395	,566
VAR00011	4,6612	2,984	,182	,597
VAR00012	4,8895	3,424	-,285	,647
VAR00013	4,5833	3,041	,164	,599
VAR00014	4,7953	2,796	,410	,564
VAR00015	4,6830	3,055	,106	,608
VAR00016	4,7210	2,877	,304	,579
VAR00017	4,9058	3,063	,153	,600
VAR00018	4,7065	3,003	,170	,599
VAR00019	4,5942	3,068	,126	,604
VAR00020	4,6141	2,843	,389	,569

Taula 36: Taula de correlacions i d'alfa pel Test 2

De la mateixa manera que succeïa abans amb l'ítem 15, ara l'ítem 12 podria eliminar-se. Ara bé, atès que es tracta d'una correlació de $r=-0.285$ es pot mantenir en el qüestionari per l'interès temàtic de la pregunta.

Per a consultes més detallades, s'adjunta la taula de correlacions ítem a ítem en l'annex 2. A efectes descriptius, es reproduïx la figura de distribució de notes i la taula de respostes:

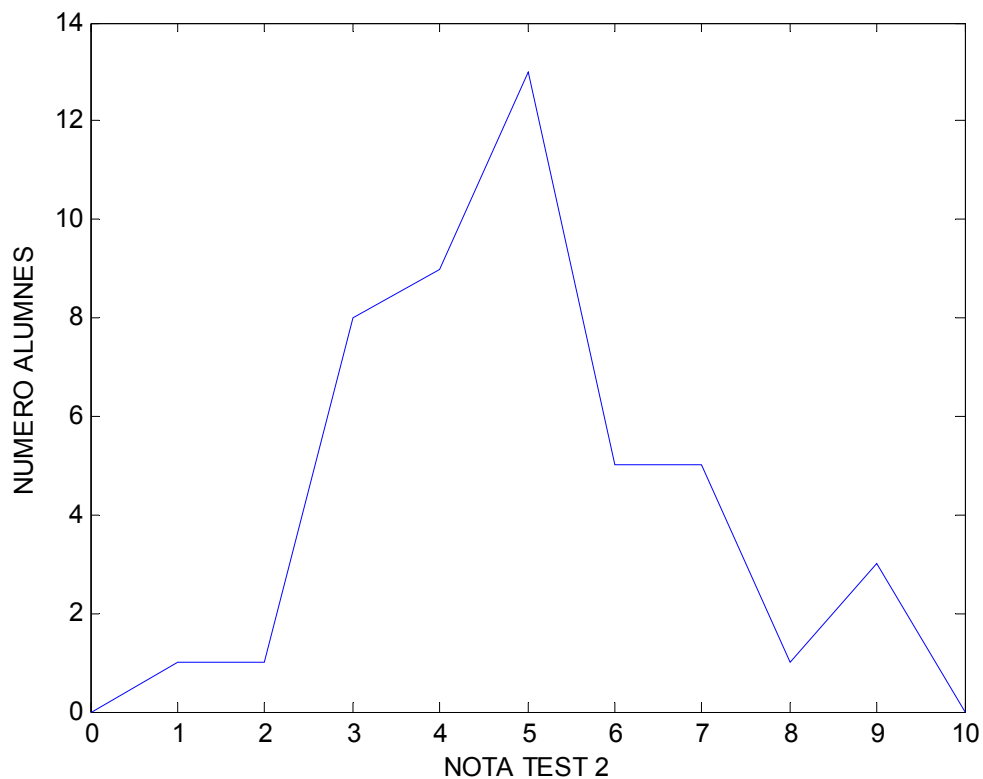


Figura 11: Distribució de les notes del Test 2

TEST 2	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
B	29	41	15	29	27	26	28	34	16	18
M	15	5	17	8	19	17	16	12	10	18
NC	2	0	14	9	0	3	2	0	20	10

P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
29	9	35	17	27	23	9	24	34	32
15	21	8	17	15	12	30	10	8	7
2	16	3	12	4	11	7	12	4	7

Taula 37: Respostes del Test 2

4.3.3. Notes del Test 3

En el TEST 3 obtenim un augment de la consistència respecte del TEST 2. L'alfa és acceptable atesa la mecànica habitual dels exàmens de tipus test.

Estadístics de fiabilitat			
	Alfa de Cronbach basada en els elements tipificats	N d'elements	
Alfa de Cronbach	,627	,621	20
	Mitja	Desviació típica	N
VAR00001	,1069	,25194	46
VAR00002	,3370	,26291	46
VAR00003	,3732	,24327	46
VAR00004	,4384	,17867	46
VAR00005	,2192	,27350	46
VAR00006	,3351	,26556	46
VAR00007	,2428	,28481	46
VAR00008	,0797	,24086	46
VAR00009	,2899	,26628	46
VAR00010	,1866	,29090	46
VAR00011	,1830	,28253	46
VAR00012	,1196	,25679	46
VAR00013	,1196	,25679	46
VAR00014	,4004	,21986	46
VAR00015	,3315	,25849	46
VAR00016	,2500	,28868	46
VAR00017	,2482	,26730	46
VAR00018	,2736	,28581	46
VAR00019	,4384	,17867	46
VAR00020	,1123	,27342	46

Taula 38: Estadístics de fiabilitat pel Test 3

D'altra banda, la taula de correlacions ítem-total i d'alfa resultant amb eliminació d'ítems és la següent:

	Mitja de l'escala si s'elimina l'element	Variància de l'escala si s'elimina l'element	Correlació element-total corregida	Alfa de Cronbach si s'elimina l'element
VAR00001	4,9783	3,026	,241	,612
VAR00002	4,7482	2,889	,383	,594
VAR00003	4,7120	3,088	,181	,620
VAR00004	4,6467	3,253	,024	,633
VAR00005	4,8659	2,727	,553	,568
VAR00006	4,7500	3,004	,246	,612
VAR00007	4,8424	2,990	,234	,613
VAR00008	5,0054	3,066	,210	,616
VAR00009	4,7953	3,118	,120	,628
VAR00010	4,8986	2,892	,328	,600
VAR00011	4,9022	3,201	,020	,642
VAR00012	4,9656	3,177	,063	,634
VAR00013	4,9656	2,938	,337	,600
VAR00014	4,6848	3,028	,294	,607
VAR00015	4,7536	2,971	,296	,605
VAR00016	4,8351	2,852	,375	,593
VAR00017	4,8370	3,044	,199	,618
VAR00018	4,8116	3,075	,144	,626
VAR00019	4,6467	3,187	,128	,624
VAR00020	4,9728	3,226	,000	,644

Taula 39: Taula de correlacions i d'alfa pel Test 3

En aquest cas no apareixen ítems amb correlació negativa amb el total, si bé la consistència global no és tan elevada com en el TEST 1.

Per a consultes més detallades, s'adjunta la taula de correlacions ítem a ítem en l'annex 2. A efectes descriptius, es reproduïx la figura de distribució de notes i la taula de respostes:

TEST 3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
B	13	33	36	41	22	33	25	11	28	21
M	19	12	10	4	11	13	16	22	8	23
NC	14	1	0	1	13	0	5	13	10	2

P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
20	14	14	38	32	26	24	28	41	15
19	18	18	7	9	18	7	17	4	28
7	14	14	1	5	2	15	1	1	3

Taula 40: Respostes del Test 3

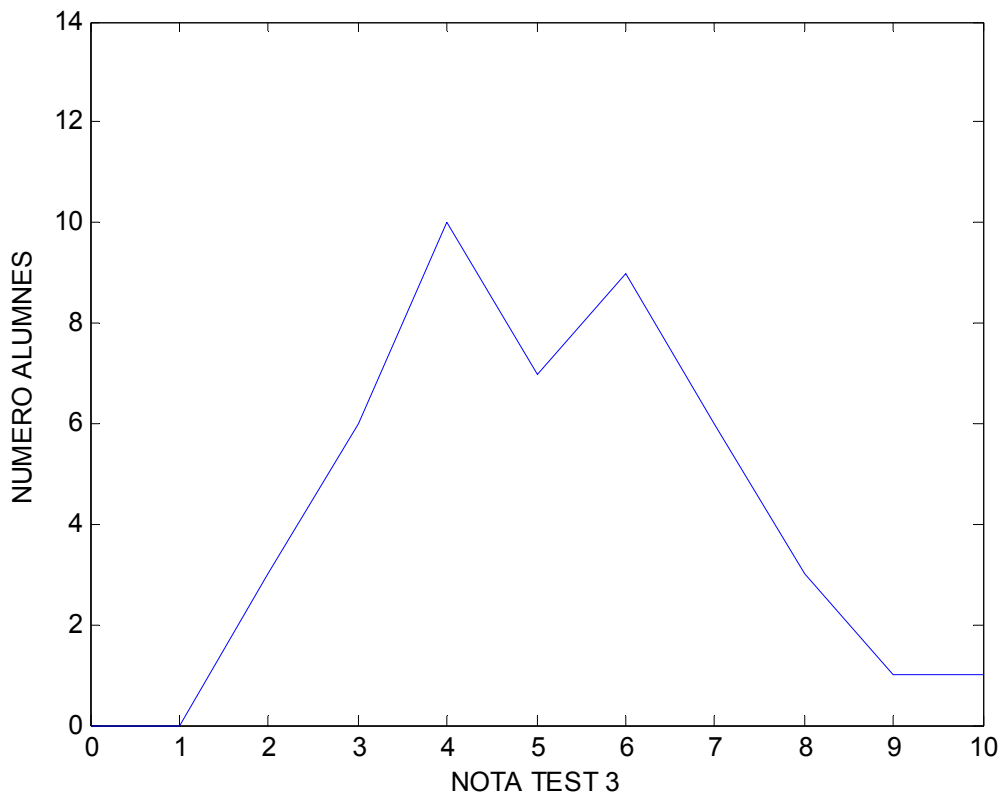


Figura 12: Distribució de les notes del Test 3

4.3.4. Comparativa de les notes dels tres tests

Un cop assegurada la validesa i fiabilitat dels tests com a instruments de mesura, s'han fet les corresponents proves de contrast. El resultat més important, que ve a confirmar algunes de les sospites dels docents i que ens fa replantejar el disseny de l'assignatura (si més no, d'introduir variacions en la tercera part), és la diferència de mitjanes entre les puntuacions en les tres mesures que s'han fet.

Recordem com era la figura que definia l'experiment:

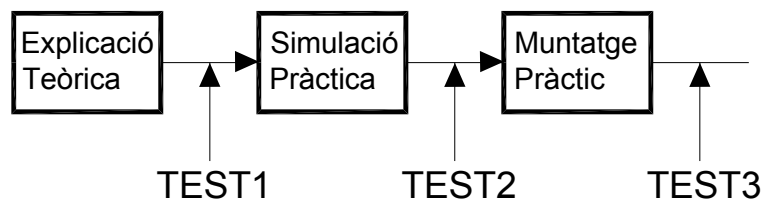


Figura 13: Estructura de l'experiment

Fetes les tres mesures, s'observa que la diferència entre el TEST 2 i el TEST 3 no és significativa i, en canvi, sí ho són ambdues respecte del TEST 1. La taula següent plasma el resultat de l'ANOVA d'un factor que s'ha aplicat per fer l'estudi:

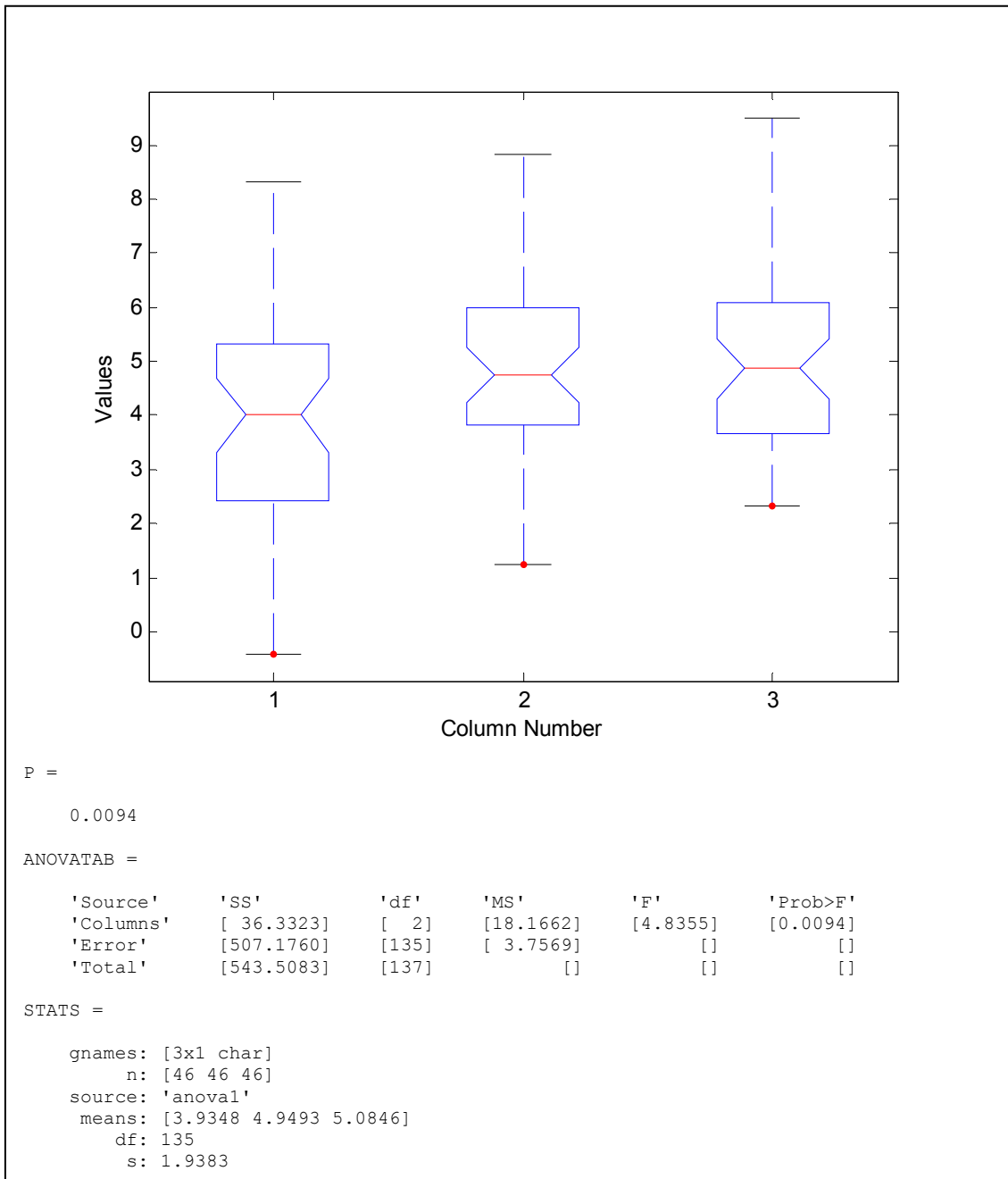


Figura 14: ANOVA de l'experiment

En concordança amb aquest resultat, si fem altres estudis estadístics com la *t d'student* de comparació de mitjanes (veure annex 3), veiem que aquests verifiquen igualment que entre les notes del test 2 i test 3 no hi ha una diferència significativa, mentre que ambdues respecte la nota del test 1, sí que presenten una diferència significativa.

Aquests resultats ens permetran definir una sèrie de directrius i noves accions a fer en les pràctiques, que desglossarem en el capítol següent.

Cal dir que s'han fet diverses proves per mirar la influència de factors com ara el sexe, el sexe del company de pràctiques o l'especialitat. Les diferències no són tan significatives i es mostren en l'annex 3, juntament amb altres estudis.

Capítol 5

Conclusions

5.1. Introducció

A continuació presentem quines són les reflexions, conclusions i directrius que podem extreure de l'estudi realitzat en aquest treball.

Aquestes directrius no es basen solament en les proves estadístiques efectuades sobre els coneixements adquirits pels estudiants en les diferents fases de l'estudi (expressades en el capítol anterior i en els annexos), sinó que també en la pròpia experiència del doctorand i en la consideració de les teories de l'aprenentatge estudiades en els capítols segon i tercer d'aquest treball.

Aquestes últimes ens aporten nombroses idees que es poden aplicar en totes les assignatures d'una carrera d'enginyeria i en especial en l'assignatura que estem estudiant i totes aquelles que guardin una certa semblança dins de la carrera d'Enginyeria Electrònica.

Cal dir que a més, aquestes reflexions enllacen molt directament amb els principis que impulsa tot el procés de Bolònia i que és cap on es tendirà en un futur proper, on l'estudiant és el principal protagonista de tot el procés d'ensenyament-aprenentatge. De fet, moltes de les reflexions que fem en aquest capítol ens han d'ajudar a generar els nous plans d'estudis de carreres de grau i de màsters reglats que haurem de generar.

Cal dir que d'algunes d'aquestes directrius ja s'apliquen avui en dia (la qual cosa en ajuda a validar la qualitat dels estudis i dels processos ensenyança-aprenentatge), però d'altres reafirmen concepcions que teníem fins ara i que mai havíem contrastat estadísticament i mai s'havia comprovat de forma efectiva. D'igual forma podem dir que moltes d'aquestes directrius són també aplicables a estudis no presencials o semipresencials

Enumerem doncs, les directrius que hem obtingut i el perquè de les mateixes. I comentem també quines característiques i accions implica cada una d'elles, juntament amb una justificació (en els casos particularment interessants) de les dades o fets que han donat lloc al seu enunciat.

5.2. Directrius

*DIRECTRIU 1: ELS SIMULADORS PODEN COBRIR
L'APRENTATGE DE LA PRÀCTICA*

Si comparem les notes dels tres tests, i observem els estudis estadístics aplicats sobre les mateixes, podem afirmar que entre la primera nota i la segona nota, hi ha una diferència significativa, mentre que entre la segona nota i la tercera nota no hi cap diferència apreciable o significativa.

Cal dir que aquesta diferència entre la primera i la segona nota és positiva, la qual cosa indica que entre l'explicació teòrica i el procés de simulació hi ha hagut un procés efectiu d'aprenentatge. Això implica que l'aprenentatge es produeix bàsicament en el procés de simulació i no pas en el procés de muntatge pràctic.

Aquestes dades es reafirmen si analitzem les notes d'aquells que no han complert correctament el cicle de pràctiques, en que la tendència ha estat a la inversa. És a dir, l'aprenentatge des del primer procés ha estat negatiu i no han complert les expectatives esperades.

En el fons el que estem dient és que, el que avui en dia es coneix com *simulation-based learning by doing*, pot funcionar com a procediment per generar l'aprenentatge necessari i desitjat en pràctiques com les que estem estudiant.

*DIRECTRIU 2: LES PRÀCTIQUES ES PODEN FER
NO PRESENCIALMENT*

Enllaçat amb l'apartat anterior, veiem que el muntatge de la part pràctica, si el procés pràctic de simulació està ben dissenyat, no ens aporta pràcticament coneixement sobre la matèria estudiada.

Això ens porta a afirmar que el muntatge no és estrictament necessari per a que els alumnes adquireixen els coneixements desitjats dins de la matèria estudiada en l'assignatura. Aquesta idea ens permet dir que aquests tipus de pràctiques es poden fer no presencialment i per tant ens podríem plantejar fer uns estudis no presencials amb aquests tipus d'assignatures.

*DIRECTRIU 3: CAL FER PRÀCTIQUES DE SIMULACIÓ
D'INSTRUMENTAL DE MESURA*

Com hem explicat fins aquí, el muntatge pràctic no aporta coneixement respecte la matèria estudiada. Ara bé, el que és evident és que la pràctica si que ens aportarà coneixement respecte el instrumental de mesura que es fa servir en un laboratori d'instrumentació.

Per tant, si ens plantejem fer uns estudis no presencials, tindrem el problema que els estudiant no treballaran en un laboratori, amb la mancança que això provocaria en els aprenentatges dels estudiants.

Per tant, podem optar per no fer-los totalment no presencials, sinó fer estudis semipresencials en els quals algunes assignatures si tinguin muntatge pràctic (és com són hores d'ara els estudis semipresencials de telecomunicacions que es realitzen en Enginyeria La Salle) o bé que els últims estadis dels estudis siguin pràctiques en empreses o similars que generin el coneixement necessari en el camp instrumental.

Ara bé, l'altra opció que ens podem plantejar és fer pràctiques amb simuladors que simulin el funcionament de tot el material instrumental (de fet hi ha experiències en altres centres de la Universitat on això es realitza d'aquesta forma). Ara bé, cal dir que aquests simuladors haurien de tenir un alta qualitat per poder suplir l'aprenentatge adquirit en un laboratori.

De totes formes, si els pilots d'avió aprenen a pilotar amb simuladors de vol, perquè no podem pensar que els futurs enginyers aprenguin la instrumentació necessària amb els simuladors pensats per tal a efecte.

*DIRECTRIU 4: ES CONSTATA L'APORTACIÓ SIGNIFICATIVA DE LES
PRÀCTIQUES EN EL PROCÈS D'APRENTATGE DE LES
ASSIGNATURES*

Del que hem pogut extreure dels estudis estadístics, és que en el procés pràctic ben plantejat es produeix aprenentatge. Això ens porta a afirmar que sempre que ens plantejem si cal fer pràctiques en una assignatura, la resposta sigui afirmativa. És a dir, sempre i quan la planificació temporal de la càrrega dels estudiants ho permeti, caldrà planificar unes pràctiques per la matèria en qüestió ja que permetrà que els alumnes obtinguin un millor aprenentatge.

En aquest cas, a més de produir aprenentatge, estem incitant a l'alumne a un aprenentatge per descobriment, el qual, si està ben dissenyat, l'incitarà i el motivarà a endinsar-se en un procés positiu d'aprenentatge.

*DIRECTRIU 5: ELS REPETIDORS HAN DE TORNAR A FER LES
PRÀCTIQUES:
NO LES HAURIEM DE CONVALIDAR*

Dels estudis estadístics realitzats, hem pogut comprovar que els repetidors que no són de pràctiques (en aquesta assignatura que estem estudiant, un cop han aprovat les pràctiques no cal que les tornin a fer), pel fet de que no fan les pràctiques novament, obtenen pitjors resultats que els alumnes de primer any.

De fet, els alumnes repetidors en els diferents tests realitzats van disminuint els seus resultats de forma proporcional i esglaonada. Això provoca que la seva nota mitja al final de tot el procés és força inferior als estudiants que realitzen per primera vegada les pràctiques i que realitzen tot el procés correctament.

Això ens porta a afirmar que els repetidors haurien de tornar a fer les pràctiques, és a dir, que no se les hauria de convalidar per molt que les haguessin fet. Com a molt es podria plantejar, que els repetidors fessin una pràctica de convalidació, però mai que no les fessin.

*DIRECTRIU 6: CAL FER UN TEST TEÒRIC EN ACABAR LES
PRÀCTIQUES O INTRODUIR TÈCNIQUES INDUÏDES
PER MANTENIR LA RETENCIÓ
DELS CONCEPTES TEÒRICS DINS DEL PROCÉS PRÀCTIC*

Una cosa que ens han confirmat els estudis estadístics, és que els conceptes més teòrics es van perdent al llarg de la pràctica, mentre que van augmentant els coneixements sobre els conceptes pràctics.

Vol dir que d'alguna manera hem d'establir un recordatori dels conceptes teòrics dins de tot el procés pràctic. Això ho podem provocar introduint algun test teòric en finalitzar les pràctiques, que obligui a l'estudiant a recordar i a estudiar novament la teoria.

També es podria optar per mètodes amb tècniques induïdes que obliguessin a l'alumne a recórrer als conceptes teòrics en algun moment del procés pràctic. Això només implicaria afegir algunes modificacions oportunes en les especificacions de les pràctiques.

En el fons, el que estem dient (centrant-nos en el model de Vigotski), és que cal recuperar la ZDP del continguts teòrics que l'oblit temporal fa que cada cop sigui més petita a mesura que avancem en el procés pràctic.

DIRECTRIU 7: ES REFERMA EL PAPER ACTIU DE L'ESTUDIANT

Del que podem deduir de les teories d'aprenentatge estudiades (ja sigui Ausubel, Bruner, Vigotski, les arquitectures modernes d'ensenyament, ...) i que va en consonància amb les idees de Bolònia, és que l'alumne ha de ser l'eix vertebrador de tot el procés d'ensenyament-aprenentatge, i al voltant del qual gira tot, i ha de tenir una participació activa (l'hem de provocar sinó la té) en tot el procés.

Quan prenem qualsevol decisió, hem de pensar primer en l'estudiant, i no en les necessitats del professor o d'altres necessitats exteriors. Això és una tasca que, per experiència, costa inculcar a alguns professors.

S'ha d'intentar que l'alumne estigui involucrat en tot el procés en el dia a dia (l'avaluació continua pot ajudar en aquest estadi del procés d'aprenentatge) i acompanyar-lo en tot aquest procés de la millor manera possible (les tutories personalitzades poden ajudar).

*DIRECTRIU 8: ES DEFINEIX EL PAPER DEL PROFESSOR
COM A DIRECTOR DEL PROCÉS D'APRENTATGE*

El mestre o professor ha de prendre consciència de que és una de les parts més importants de tot el procés d'aprenentatge, tot i que com hem dit anteriorment, no el beneficiat directe.

Tal com diu Skinner, per ensenyar coses sistemàtiques que una màquina podria ensenyar no caldrien professors. Per tant, l'existència del professor ve justificada per altres qualitats que les d'explicar coses sistemàtiques. Ha d'entendre que forma part del procés i s'ha d'involucrar com a tal afegint un plus en tot el procés.

El professor ha de ser un líder que condueixi cap a l'èxit als alumnes, ja sigui amb les seves classes magistrals o no presencialment (creant la motivació necessària en els alumnes).

Hem de ser conscients que el mestre influeix en els alumnes, per la qual cosa hem de anar molt en comte amb les formes i el que fem, ja que per molts alumnes serem un mirall.

El professor ha de ser conscient de les seves limitacions, i acceptar les crítiques constructives que segurament rebrà i no prendre-s'ho com atacs personals, sinó com quelcom que pot millorar tot el procés d'ensenyament-aprenentatge.

*DIRECTRIU 9: CAL COMBINAR L'APRENTATGE
PER DESCOBRIMENT I
L'APRENTATGE PER EXPOSICIÓ*

Malgrat experts com Bruner volen basar tot el procés en l'aprenentatge per descobriment, és clar, que s'han de combinar altres modalitats.

Per una banda, utilitzarem l'aprenentatge per exposició, on donem els significats a tota la matèria que estudien els alumnes (en el fons és el que ens diu Ausubel) i per una altra banda, utilitzarem l'aprenentatge per descobriment, ja sigui en qualsevol de les seves variants, i en qualsevol del seu tipus: inductiu, deductiu o transductiu, per fer que l'alumne generi el seu propi coneixement.

Les classes magistrals són necessàries per un correcte funcionament de tot el procés (no solament perquè ho diuen els estudiosos, sinó perquè els estudis estadístics també ho demostren: els que han fet la pràctica però no han assistit a classe no han obtingut els coneixements desitjats).

Cal dir que aquestes classes que són necessàries, poden ser presencials, o també poden substituir-se per tècniques no presencials, tal i com demostren les diferents experiències prèvies en teleformació en carreres de telecomunicacions o d'informàtica.

DIRECTRIU 10: CAL FRACCIONAR LES PRÀCTIQUES

A ser possible les pràctiques han de ser el més modular possible, i si no ho són hem de fer que l'alumne tingui la capacitat per fraccionar-les i generar ell mateix la possible modularització. Això permetrà afrontar el procés pràctic amb una millor predisposició i amb una probabilitat més alta de complir els objectius.

Per aquest motiu, és bo que les pràctiques tinguin pre-entregues, és a dir, definir diferents punts de la pràctica on s'han d'anar presentant resultats i solucions parcials que, en cas de que no es vagi pel camí correcte, reconduir tot el procés pràctic.

Aquesta idea va lligada amb el concepte de la ZDP que plantejava Vigotski i que va desenvolupar Bruner. Cal definir més ZDPs més petites (serà més fàcil arribar a cada nivell desitjat), i cal tenir més punts de control, ja que en cas de que el procés sigui erroni, redefinir el camí (tornant enrere) i redefinir les noves i múltiples ZDPs serà molt més fàcil.

*DIRECTRIU 11: CAL FER LES PRÀCTIQUES EN PARELLES
O EN GRUPS REDUÏTS*

Del que hem pogut extreure de totes les teories de l'aprenentatge (sobre tot dins de les més constructivistes com les de Vigotski, que remarquen de la importància del procés social en l'aprenentatge) és que les relacions poden generar un millor aprenentatge, i que les relacions entre alumnes més capaços i altres que no ho són poden provocar una millora en aquests últims.

És per aquest motiu que ens queda clar que les pràctiques s'han de fer en grup, a poder ser no excessivament grans. De l'experiència d'anys en les pràctiques, observem que dos o tres persones podria ser un número correcte. El nivell potencial del menys capaç podrà créixer si és relaciona i rep el suport d'un més capaç.

El que estem dient és que cal aplicar el que avui en dia es coneix com a aprenentatge cooperatiu.

*DIRECTRIU 12: CAL PROPOSAR PROBLEMES GUIATS A CLASSE I
QUE ELS FACIN
ELLS MATEIXOS SOTA LA SUPERVISIÓ D'UN PROFESSOR*

Una de les tècniques basada en el *learning by doing* i relacionada amb el *learning by reflection*, és el que s'anomena *aprenentatge per problemes*.

La idea és proposar problemes a classe i que aquests es resolguin pels alumnes sota la guia periòdica del professor. A l'alumne se'l fa reflexionar durant períodes curts de temps sobre algunes idees concretes, i a continuació se'ls indica quin era el camí correcte a seguir.

Això permet una seqüenciació lògica de coneixements i una teorització de la matèria a estudi. És a dir, els alumnes poden inferir coneixements teòrics i establir les seves possibles relacions sobre la marxa. És un aprenentatge per descobriment que podem anomenar de tipus guiat.

Perquè el procés sigui més productiu, caldria que els problemes que solucionem fossin proposats amb anterioritat perquè els alumnes els haguessin preparat anteriorment. Aquests problemes haurien d'anar augmentant en grau de dificultat, desembocant segurament en un examen, on es valoraria més que el resultat final, el plantejament efectuat.

*DIRECTRIU 13: ELS PROFESSORS DE PRÀCTIQUES ÉS
RECOMANABLE QUE SIGUIN ALUMNES DE CURSOS SUPERIORS
I QUE NO SIGUIN ELS MATEIXOS DE TEORIA*

Una experiència que funciona notablement, i que com moltes altres va en consonància amb les teories socials estudiades (Vigotski, Crook, Pozo..), és que la relació entre l'aprenent-mestre en el procés pràctic, realment sigui una relació entre un aprenent i un mestre que sigui aprenent de cursos superiors. La complicitat que es crea és molt bona per generar una motivació extra a l'alumne. Les relacions alumne-alumne són de vegades tant bones com les relacions mestre-alumne.

Aquest "mestre" ha fet totes les pràctiques (i en un espai curt de temps), per la qual cosa té molta experiència i a més pot conèixer perfectament quins són els punts més complicats i en quins punts per tant s'ha d'incidir més fortament, ja que són els punts més febles.

També és bo, que aquests professors no siguin els mateixos que els de teoria, perquè així els alumnes veuen diferents punts de vista i per tant diferents formes d'explicar el mateix, la qual cosa permetrà millorar els camins de coneixement de l'alumne en el procés pràctic.

*DIRECTRIU 14: CAL DEFINIR CLARAMENT QUE VOLEM ENSENYAR
I QUINS RESULTATS ESPEREM EN CADA ESTADI DEL PROCÉS
D'ENSENYAMENT-APRENENTATGE*

Abans de començar a abordar una matèria hauríem de fer una reflexió per tal de tenir clar que volem ensenyar i quins coneixements volem que els alumnes adquireixin i quin ha de ser el seu comportament final esperat. Cal fer per tant, una clara formulació d'objectius. Caldria organitzar adequadament tot el material a ensenyar, el qual hauria d'estar seqüenciat d'una forma lògica i intentar que es pugui relacionar amb coneixements ja adquirits (permetrà millor l'aprenentatge significatiu i la construcció de coneixements). En això ens podem ajudar d'estratègies basades en les teories d'Ausubel i els mapes conceptuals de Novak.

Si fem aquesta classificació, això ens permetrà fàcilment fer la planificació horària de l'assignatura correctament i estructurar-la adequadament, estudiant la millor presentació dels estímuls necessaris per arribar a bon port des d'un bon començament (des del primer esglaió fins l'últim).

Cal tenir clar, que ens hem de preguntar pel mode d'us que no pas per la causa dels processos. Les estratègies han d'estar centrades en les diferències individuals i no pas en els grans grups. Cal estudiar també correctament quin són els coneixements previs de que disposen els alumnes per poder fer les relacions necessàries de coneixements i en quines situacions determinades ocorrerà l'aprenentatge.

*DIRECTRIU 15: CAL DEFINIR BÉ LA ZDP
DE DOBLE NIVELL*

Com ja hem comentat al llarg d'aquest estudi, podem dir que estem treballant amb dues ZDPs que són consecutives en el temps: una primera teòrica i una segona pràctica. Per això parlem d'una ZDP de doble nivell.

Per aconseguir l'eficiència en les pràctiques (és a dir, que l'assimilació de coneixements sigui el desitjable), cal que tothom arribi amb el mateix nivell a les mateixes (tothom tindria una ZDP similar). Això vol dir que sempre hem de pensar en els alumnes de menys nivell i no pas en els més capacitats.

Això implica que hem d'insistir en el procés teòric en aquells conceptes que observem en els tests que costa més d'entendre. És per això, que després de les explicacions teòriques seria bo reforçar els coneixements adquirits amb problemes perquè tothom arribi aproximadament amb el mateix nivell abans de la part pràctica per tenir el nivell potencial que demana la ZDP òptima.

En la part pràctica, perquè arribem al nivell potencial òptim són molt importants el professor de pràctiques i els companys, és a dir, les bastides que donen la guia del professor i l'aprenentatge cooperatiu que s'estableix.

*DIRECTRIU 16: CAL ENSENYAR A PENSAR
I A APRENDRE A FER*

Això és complicat però és el que hauríem d'intentar fer tots els professors. No importa la quantitat del treball que faci l'alumne, sinó la qualitat del mateix. Cal ensenyar als alumnes a que treguin profit del treball que realitzin.

Hi ha alumnes que fan molta feina però poc productiva, això és un greu problema. Cal que facin la feina justa i necessària per adquirir els coneixements.

Per tant hauríem d'ensenyar als alumnes a resoldre els problemes de forma deductiva o inductiva, però mai de forma sistemàtica, ja que en el moment que un problema s'aparta dels estereotips que ell te estipulats ja no sap com avançar. Això ajudarà als alumnes a aprendre a pensar i a aprendre a fer, i així en front de situacions reals sabran com comportar-se.

*DIRECTRIU 17: CAL PLANIFICAR LES ASSIGNATURES EN VERTICAL
I EN HORIZONTAL, TANT DES DEL PUNT DE VISTA TEÒRIC
COM DES DEL PUNT DE VISTA PRÀCTIC*

Quan es planteja el temari que ha d'abastar una assignatura hem de fer un estudi previ en vertical (des de primer d'enginyeria fins l'últim curs) i en horitzontal (encabida dins un conjunt d'assignatures en un curs concret; tot i que el fet de que no hi hagi molta gent que cursi un curs complet ens pot distorsionar aquest estudi, fet per aconseguir el millor aprenentatge).

Per tant, el temari de la nostra assignatura ha d'enllaçar amb les assignatures del curs previ i del curs posterior, i a més, ha de ser complementàries de les assignatures que els alumnes cursen en paral·lel. No ens hem de mirar només el melic, sinó que hem de mirar el tot, fent el que és millor per l'alumne en tot moment. Cal veure quines són les càrregues de l'alumne quan estem generant els temaris concrets, i no pensar que la nostra assignatura és la més important. Totes ho són.

Cal indicar que a més, hauríem de dissenyar una estratègia coherent de pràctiques en vertical dins de la carrera, lligant-ho amb el concepte que hem vist abans de la bastida necessària de l'alumne.

Per tant, hem de començar per pràctiques convencionals o anomenades de comprovació, seguir amb pràctiques de disseny (les pràctiques de la nostra assignatura està en aquesta fase, cosa que sembla coherent ja que estem just en el mig de tot el procés d'aprenentatge) i acabar amb pràctiques per projecte i pràctiques integradores, les quals són les més complicades de realitzar.

*DIRECTRIU 18: CAL FER ENQUESTES DE L'ASSIGNATURA
I DEL PROFESSOR*

Per tal de millorar tot el procés d'aprenentatge una de les opcions que tenim, és fer enquestes sobre el desenvolupament de l'assignatura (temari, línia argumental, motivació de la mateixa, interès de les pràctiques, ...) i el professor (claredat en les explicacions, velocitat adequada, coneixement de la matèria, tracte amb els alumnes, puntualitat...).

Aquests tests s'han de fer al llarg del curs i mai cap al final, ja que habitualment molts alumnes ja han abandonat l'assignatura i només queden a classe els alumnes normalment més bons. Cal fer entendre als professors, que les enquestes i els comentaris que puguin fer els alumnes, no són un atac personal (de vegades no volem veure la realitat), sinó que ens ha de permetre modificar el procés d'ensenyament i millorar la qualitat dels ensenyaments.

A més, hem d'assegurar que els tests siguin anònims, perquè permetin una major llibertat als alumnes en expressar els seus sentiments.

*DIRECTRIU 19: CAL FER PRÀCTIQUES RACIONALS
DINS D'UN CURS
I EN L'ÈPOCA TEMPORAL ADEQUADA*

Relacionat amb l'apartat anterior quan es fa la planificació de pràctiques dins d'un mateix curs, s'ha de quantificar la càrrega que tindrà l'alumne i coordinar totes les pràctiques, perquè aquesta càrrega no sigui excessiva i que estigui distribuïda temporalment al llarg del curs.

No hem de comptar les hores de classe, sinó les hores reals de terme mig que necessita un pràctica per realitzar-se (en el fons estem parlant de crèdits ECTS que impulsa tot el procés de Bolònia i del marc europeu únic).

Si les càrregues són excessives desmotivarem a l'alumne i aconseguirem l'efecte contrari al desitjat, ja que podríem generar un sentiment de rebuig envers les mateixes.

A més, s'ha de planificar molt bé l'època en que es realitzen les pràctiques, ja que no han de ser cap impediment en el desenvolupament normal del curs. Per tant, han d'estar acotades i fora d'èpoques d'exàmens per no pertorbar a l'alumne quan no toca, ja que això els podria provocar una preocupació i angouxa innecessària.

*DIRECTRIU 20: CAL CREAR GRUPS DE PRÀCTIQUES AMB
ALUMNES DE DIFERENTS ESPECIALITATS*

De les notes que han obtingut els alumnes després de tot el procés, podem observar que les notes més altes corresponen a alumnes que han optat per cursar les especialitats més afines a l'electrònica (sistemes electrònics i sistemes de telecomunicació), mentre que les notes més baixes corresponen a les especialitats més diferenciades (so i imatge i telemàtica).

De fet, quan abans aquesta assignatura també s'impartia a alumnes d'informàtica, ja es veia que aquests alumnes (especialitat prou allunyada conceptualment de l'electrònica) no obtenien unes notes gaire reeixides, ja que la majoria repetien l'assignatura o treien notes baixes, la qual cosa ens dóna entendre que no estaven gaire motivats per fer-la.

Això ens porta a decidir que els grups de pràctiques estiguin composts per membres de diferents especialitats, per tal de que els alumnes més motivats puguin arrastrar als altres i facilitar l'aprenentatge dels altres.

En el fons, els més capacitats han d'ajudar als menys capacitats, cosa que lliga amb tot el concepte de la ZDP i les teories que l'envolten. Si les parelles estan formades per alumnes poc motivats, difícilment obtindrem un aprenentatge òptim, i és per això que fem aquesta proposta per tal d'intentar millorar els resultats dels menys motivats.

*DIRECTRIU 21: S'HA DE VIGILAR LA DURADA
DE LES SESSIONS PRESENCIALS*

Un altre concepte que hem pogut demostrar en aquest treball, i que confirmen totes les teories d'aprenentatge, és que aquells alumnes que han rebut els mateixos conceptes en classe més curtes (més quantitat de classes però més curtes) treuen millors resultats que els alumnes que han rebut classes més llargues (però en menor quantitat).

Això ens pot permetre afirmar que hem de separar tot el procés d'aprenentatge en classes que no siguin excessivament llargues, ja que entenem que el procés d'atenció dels alumnes disminueix. Nosaltres hem contrastat classes de 50 minuts i classes de doble durada, i hem vist que els resultats dels primers alumnes són millors que no pas els dels segons alumnes.

*DIRECTRIU 22: ELS GRUPS DE CLASSE HAN DE SER EL
MÉS PETITS POSSIBLE*

Dels estudis estadístics, podem extreure que les notes dels alumnes que provenen de classes teòriques més grans treuen pitjors resultats, mentre que els alumnes que han rebut els conceptes teòrics en grups més reduïts treuen millors notes.

És clar que a poder ser, els grups de classe han de ser el més petit possible. Això és aplicable encara amb més motiu en els grups de pràctiques. De fet en l'assignatura a estudi, cada grup de classe teòric es separa en diversos grups de pràctiques perquè la generació de l'aprenentatge sigui el més gran possible.

Com més petit sigui el grup menys diferències hi haurà de nivells (o més fàcil serà igualar-los) i tot el procés d'ensenyament es desenvoluparà millor.

Cal indicar que malgrat els grups més petits treuen millor notes, en el fons les notes depenen en gran mesura de l'experiència del professor, ja que la comparativa entre grups de classe més o menys idèntics és força diferent en funció del professor.

Els tests en aquest cas ens han de permetre veure quines mancances tenen els professors per poder-les corregir, tot i que moltes vegades costa que els professors admetin que el problema és seu, ja que moltes vegades sempre el problema és dels alumnes i no pas seu.

*DIRECTRIU 23: CAL GENERAR UNA RETROALIMENTACIÓ EN
AQUELLS CONCEPTES QUE MÉS FALLEN EN ELS TESTS*

El que ens ha de permetre la realització de tests, és observar en quins conceptes més concrets no s'ha produït la transmissió o generació correcta de coneixement. Això ens ha de permetre modificar adequadament les pràctiques (els seus enunciats i les seves especificacions) per incidir en aquests punts concrets.

És a dir, crear una retroalimentació en aquells punts més febles de coneixement per tal de millorar tot el procés d'aprenentatge. Pel fet d'haver fet tres tests sobre els mateixos conceptes aquest procés en la pràctica en qüestió serà relativament fàcil. Això implica que si volem fer el mateix amb totes les pràctiques, caldrà fer uns tests equivalents per totes elles per poder extreure les conclusions necessàries en cada cas.

*DIRECTRIU 24: CAL FER UN TEST DE JUTGES A TOTS ELS
TESTS I CAL VALIDAR DESPRÉS LES RESPOSTES*

Sovint en àrees d'enginyeria generem tests per posar als alumnes i que aquests els responguin i no fem cap verificació, ni de si està ben plantejat el mateix, ni de si els resultats són coherents.

Si alguna cosa hem après en aquest treball, és que l'elaboració de tests no es tracta en proposar preguntes i respostes i ja està. Cal passar uns processos pre i post test per validar que són correctes.

Previ a les respostes dels alumnes, caldrà verificar que les preguntes del test estan ben plantejades. Per això farem el que s'anomena test de jutges, on altres professors de la mateixa àrea temàtica valorin els diferents tests i llavors mitjançant processos estadístics verifiquem que aquesta valoració ens dóna un test ideal. En cas que hi hagi disfuncions, caldrà eliminar aquelles preguntes que pertorquin.

Després d'obtenir els resultats per part dels alumnes, caldrà verificar que les respostes que ens han donat els alumnes guardin una certa coherència. No pot ser per exemple, que en algunes preguntes puntuals els alumnes bons fallin, mentre que els alumnes menys capacitats l'encertin. Segurament voldrà dir que la pregunta està mal confeccionada o és confusa.

Això es pot validar fent correlacions entre totes les preguntes i eliminant aquelles que s'apartin de la normalitat, tot i que de vegades, hi ha preguntes que malgrat no tenen un resultat del tot satisfactori, per la seva importància es puguin mantenir.

La idea és que aquestes validacions siguin aplicables a partir d'ara en tots aquells tests que generem dins de la nostra Escola, per tal de generar tests de qualitats i que ens indiquin sense cap mena de dubtes quins són els alumnes més capacitats, i per tant, tenen més coneixement de la matèria que és el que es tracta de descobrir.