

Títol del treball de la llicència:

APLICACIONS DIDÀCTIQUES DE LES AULES DE NOVES TECNOLOGIES PER A LES CIÈNCIES (BIOLOGIA, GEOLOGIA I MEDI AMBIENT)



Nom i cognoms de l'autor:
JAUME BROTO I PUIG

CURS 2003 - 2004

Índex

<u>ÍNDEX</u>	2
<u>AGRAÏMENTS</u>	9
<u>INTRODUCCIÓ</u>	10
1. ANTECEDENTS SOBRE LA EXPERIMENTACIÓ ASSISTIDA PER ORDINADOR	10
2. BREU PRESENTACIÓ DEL TEMA	10
2.1. <i>L'equip d'experimentació assistida per ordinador i el seu aprofitament pedagògic dins i fora de l'aula de ciències.</i>	11
2.2. <i>El microscopi amb màquina fotogràfica digital i el seu aprofitament pedagògic</i>	13
2.3. <i>La xarxa i el seu aprofitament pedagògic</i>	14
3. OBJECTIUS QUE ES PRETENEN ASSOLIR	15
4. MARC REFERENCIAL EN EL QUAL ES FONAMENTA AQUEST TREBALL	16
4.1. <i>Importància del treball experimental per a l'aprenentatge de les ciències:</i>	16
4.2. <i>Concepte de "Ciència escolar"</i>	16
4.3. <i>Importància de la participació de l'alumnat i els nivells d'investigació</i>	17
4.4. <i>Importància de les noves tecnologies (TIC) i el treball experimental amb aquestes noves tecnologies.</i>	19
<u>TREBALL REALITZAT</u>	21
1. METODOLOGIA EMPRADA	21
2. DISSENY DELS DIFERENTS PROTOCOLS	21
3. DESCRIPCIÓ DELS RECURSOS UTILITZATS	22
<u>EXPERIÈNCIES REALITZADES</u>	24
<u>SISMÒGRAFS I SISMOGRAMES</u>	25
<u>MATERIAL PER AL PROFESSORAT</u>	25
<u>OBJECTIUS</u>	25
<u>MATERIAL I EQUIPAMENT</u>	25
<u>ORIENTACIONS DIDÀCTIQUES</u>	25
<i>Temporització</i>	25
<i>Alumnes als quals s'adreça l'experiència</i>	25
<i>Orientacions metodològiques</i>	25
<i>Propostes de recerca</i>	25
<u>ORIENTACIONS TÈCNIQUES</u>	26
<u>CONCLUSIONS</u>	26
<i>Resultats esperats</i>	26
<i>Respostes al qüestionari</i>	27
<u>CRITERIS D'AVALUACIÓ</u>	28
<u>BIBLIOGRAFIA I WEBS</u>	28
<u>SISMÒGRAFS I SISMOGRAMES</u>	29
<u>MATERIAL PER A L'ALUMNAT</u>	29
<u>OBJECTIUS</u>	29
<u>INTRODUCCIÓ</u>	29
<u>PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA. IDENTIFICACIÓ DE LES VARIABLES DE L'EXPERIMENT (INDEPENDENT I DEPENDENT)</u>	29
<u>FORMULACIÓ DE LES POSSIBLES HIPÒTESIS PRÈVIES</u>	30

<u>MATERIAL I EQUIPAMENT</u>	30
<u>PROCEDIMENT 1: SISMÒGRAF VERTICAL</u>	30
<i>Muntatge de l'experiència:</i>	30
<i>Execució de l'experiència</i>	31
<u>PROCEDIMENT 2: SISMÒGRAF HORIZONTAL</u>	35
<i>Muntatge de l'experiència:</i>	35
<i>Execució de l'experiència:</i>	35
<u>PROCEDIMENT 3: SISMÒGRAF HORIZONTAL I VERTICAL</u>	35
<i>Muntatge de l'experiència:</i>	35
<i>Execució de l'experiència:</i>	35
<u>RESULTATS</u>	35
<u>ANÀLISI DE LES DADES</u>	36
<u>QÜESTIONARI</u>	36
<u>CONCLUSIONS</u>	36
<u>MANTENIR L'ESCALFOR D'UN COS</u>	37
<u>GUIÓ PER AL PROFESSORAT</u>	37
<u>OBJECTIUS, UBICACIÓ DINS DEL CURRÍCULUM I NIVELL D'INVESTIGACIÓ</u>	37
<i>Objectius</i>	37
<i>Ubicació dins del currículum</i>	37
<i>Nivell d'investigació</i>	37
<u>ESQUEMA GENERAL DE L'EXPERIÈNCIA</u>	38
<u>MATERIAL I EQUIPAMENT NECESSARI PER A TOTES LES EXPERIÈNCIES</u>	41
<u>MODEL NÚMERO 1: COMPARACIÓ ENTRE UN COS ARRUPIT I UN COS ESTIRAT PER MANTENIR LA</u>	
<u>LA TEMPERATURA</u>	41
<i>Proposta de disseny experimental</i>	41
<i>Resultats i conclusions esperats</i>	42
<u>MODEL NÚMERO 2: COMPARACIÓ ENTRE UN COS GRAN I UN COS PETIT PER MANTENIR LA</u>	
<u>TEMPERATURA</u>	43
<i>Proposta de disseny experimental</i>	43
<i>Resultats i conclusions esperats</i>	43
<u>MODEL NÚMERO 3: EL CAS DE L'ELEFANT I DEL HIPOPÒTAM</u>	44
<i>Proposta de disseny experimental</i>	44
<i>Resultats i conclusions esperats</i>	44
<u>MODEL NÚMERO 4: COM ABRIGAR UN NEN PETIT?</u>	45
<i>Proposta de disseny experimental</i>	45
<i>Resultats i conclusions esperats</i>	46
<u>COMUNICACIÓ I DISCUSSIÓ DELS RESULTATS (AMB TOT EL GRUP-CLASSE)</u>	46
<u>ALTRES ORIENTACIONS DIDÀCTIQUES</u>	47
<i>Temporització</i>	47
<i>Orientacions metodològiques</i>	47
<i>Altres propostes de recerca</i>	47
<u>ORIENTACIONS TÈCNIQUES</u>	47
<u>CRITERIS D'AVALUACIÓ</u>	48
<u>BIBLIOGRAFIA I "WEBS"</u>	48
<u>MANTENIR L'ESCALFOR D'UN COS</u>	49
<u>GUIÓ PER A L'ALUMNAT</u>	49
<u>INTRODUCCIÓ</u>	49
<u>PROCEDIMENT PER CONFIGURAR LA CAPTACIÓ, ENREGISTRAR I GUARDAR LES DADES</u>	50
<i>Adquisició i enregistrament de les dades</i>	50
<u>PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA I FORMULACIÓ DE LES POSSIBLES HIPÒTESIS PRÈVIES</u>	54
<i>1. Identificació del problema o problemes a investigar</i>	54

2. Formulació d'hipòtesis avaluables.....	54
3. Identificació de variables dependents i independents.....	54
MODEL NÚMERO 1: COMPARACIÓ ENTRE UN COS ARRUPIT I UN COS ESTIRAT PER MANTENIR LA SEVA TEMPERATURA.....	55
Disseny i muntatge de l'experiència.....	55
Material i Equipament.....	55
Predicció de resultats.....	55
Execució de l'experiència.....	55
Observacions qualitatives i quantitatives.....	55
Anàlisi de les dades.....	55
Conclusions.....	55
MODEL NÚMERO 2: COMPARACIÓ ENTRE UN COS GRAN I UN COS PETIT PER MANTENIR LA SEVA TEMPERATURA.....	56
Disseny i muntatge de l'experiència.....	56
Material i Equipament.....	56
Predicció de resultats.....	56
Execució de l'experiència.....	56
Observacions qualitatives i quantitatives.....	56
Anàlisi de les dades.....	56
Conclusions.....	56
MODEL NÚMERO 3: EL CAS DE L'ELEFANT I DEL HIPOPÒTAM.....	57
Disseny i muntatge de l'experiència.....	57
Material i Equipament.....	57
Predicció de resultats.....	57
Execució de l'experiència.....	57
Observacions qualitatives i quantitatives.....	57
Anàlisi de les dades.....	57
Conclusions.....	57
MODEL NÚMERO 4: COM ABRIGAR UN NEN PETIT?.....	58
Disseny i muntatge de l'experiència.....	58
Material i Equipament.....	58
Predicció de resultats.....	58
Execució de l'experiència.....	58
Observacions qualitatives i quantitatives.....	58
Anàlisi de les dades.....	58
Conclusions.....	58
COMUNICACIÓ I DISCUSSIÓ DELS RESULTATS (AMB TOT EL GRUP-CLASSE).....	59
LA FERMENTACIÓ DEL IOGURT.....	60
GUIÓ PER AL PROFESSORAT.....	60
REPÀS D'ALGUNS CONCEPTES SOBRE LA FERMENTACIÓ I DELS PROCESSOS DE FERMENTACIÓ DE LA LLET.....	60
OBJECTIUS DE L'EXPERIÈNCIA, UBICACIÓ DINS DEL CURRÍCULUM I NIVELL D'INVESTIGACIÓ.....	60
Objectius.....	60
Ubicació dins del currículum.....	61
Nivell d'investigació.....	61
ESQUEMA GENERAL DE L'EXPERIÈNCIA.....	61
MATERIAL I EQUIPAMENT NECESSARI PER A TOTS ELS MODELS D'EXPERIÈNCIES.....	62
POSSIBLES DISSENYS EXPERIMENTALS.....	63
Disseny segons el protocol proposat a l'alumnat.....	63
Resultats i conclusions esperats seguint aquest protocol inicial.....	63
Disseny de nous experiments per part de l'alumnat.....	64
Resultats i conclusions esperats en el nou experiment.....	66

<u>ALTRES ORIENTACIONS DIDÀCTIQUES</u>	66
<u>Temporització</u>	66
<u>Orientacions metodològiques</u>	67
<u>Altres propostes de recerca</u>	67
<u>ORIENTACIONS TÈCNIQUES</u>	67
<u>CRITERIS D'AVALUACIÓ</u>	68
<u>BIBLIOGRAFIA I "WEBS"</u>	68
<u>LA FERMENTACIÓ DEL IOGURT</u>	69
<u>GUIÓ PER A L'ALUMNAT</u>	69
<u>INTRODUCCIÓ</u>	69
<u>PLANTEJAMENT INICIAL DEL PROBLEMA</u>	69
<u>Qüestionari 1:</u>	69
<u>REALITZACIÓ DE LA 1A EXPERIÈNCIA</u>	70
<u>Material i equipament</u>	70
<u>1a part: Captació i enregistrament de dades amb la consola</u>	70
<u>2a part: Transferència de les dades a l'ordinador</u>	72
<u>3a part: Editar i guardar</u>	72
<u>ANÀLISI I CONCLUSIONS DE LA EXPERIÈNCIA 1</u>	73
<u>Qüestionari 2</u>	73
<u>Conclusions de l'experiència 1</u>	73
<u>PLANTEJAMENT D'UN SEGON PROBLEMA I FORMULACIÓ DE LES POSSIBLES HIPÒTESIS</u>	
<u>PRÈVIES</u>	74
<u>Disseny i muntatge de l'experiència</u>	74
<u>Execució de l'experiència</u>	74
<u>Anàlisi de les dades</u>	74
<u>Qüestionari 3</u>	75
<u>DISCUSSIÓ DELS RESULTATS I CONCLUSIONS (AMB TOT EL GRUP-CLASSE)</u>	75
<u>TREBALL COMPLEMENTARI: QÜESTIONARI 4 (QÜESTIONARI FINAL)</u>	75
<u>FOTOSÍNTESI</u>	76
<u>GUIÓ PER AL PROFESSORAT</u>	76
<u>OBJECTIUS, UBACIÓ DINS DEL CURRÍCULUM I NIVELL D'INVESTIGACIÓ</u>	76
<u>Objectius</u>	76
<u>Ubicació dins del currículum</u>	76
<u>Nivell d'investigació</u>	76
<u>ESQUEMA GENERAL DE L'EXPERIÈNCIA</u>	77
<u>MATERIAL I EQUIPAMENT</u>	77
<u>POSSIBLES DISSENYS EXPERIMENTALS</u>	78
<u>1a. Fotosíntesi amb plantes aquàtiques i llum solar</u>	78
<u>1b. Fotosíntesi amb plantes aquàtiques i llum artificial</u>	79
<u>2a. Fotosíntesi en plantes terrestres i llum solar</u>	81
<u>Comentaris i conclusions sobre totes aquestes experiències</u>	82
<u>ALTRES ORIENTACIONS DIDÀCTIQUES</u>	83
<u>Temporització</u>	83
<u>Propostes de recerca</u>	83
<u>ORIENTACIONS TÈCNIQUES</u>	83
<u>PROPOSTES QUE HAURIEN DE FUNCIONAR I NO FUNCIONEN</u>	83
<u>CRITERIS D'AVALUACIÓ</u>	84
<u>BIBLIOGRAFIA I "WEBS"</u>	84
<u>FOTOSÍNTESI</u>	85
<u>MATERIAL PER A L'ALUMNAT</u>	85

<u>INTRODUCCIÓ</u>	85
<u>OBJECTIUS</u>	85
<u>MATERIAL I EQUIPAMENT</u>	85
<u>ADQUISICIÓ I ENREGISTRAMENT DE LES DADES AMB L'OXÍMETRE</u>	85
<u>Preparació de l'oxímetre</u>	85
<u>Captació de l'oxigen dissolt a l'aigua</u>	86
<u>Captació d'oxigen atmosfèric</u>	87
<u>REALITZACIÓ DE L'EXPERIÈNCIA</u>	89
<u>Plantejament del problema i formulació de les possibles hipòtesis prèvies (treball en petit grup)</u>	89
<u>Disseny i muntatge de l'experiència</u>	90
<u>Execució de l'experiència</u>	90
<u>Anàlisi de les dades</u>	90
<u>Conclusions</u>	91
<u>DISCUSSIÓ DELS RESULTATS I CONCLUSIONS (AMB TOT EL GRUP-CLASSE)</u>	91
<u>LA PLUJA ÀCIDA</u>	92
<u>GUIÓ PER AL PROFESSORAT</u>	92
<u>OBJECTIUS, UBICACIÓ DINS DEL CURRÍCULUM I NIVELL D'INVESTIGACIÓ</u>	92
<u>Objectius</u>	92
<u>Ubicació dins del currículum</u>	92
<u>Nivell d'investigació</u>	92
<u>ESQUEMA GENERAL DE L'EXPERIÈNCIA</u>	93
<u>MATERIAL I EQUIPAMENT NECESSARI PER A TOTES LES EXPERIÈNCIES</u>	96
<u>POSSIBLES DISSENYS EXPERIMENTALS</u>	96
<u>Proposta de disseny experimental</u>	96
<u>Resultats i conclusions esperats</u>	98
<u>ALTRES ORIENTACIONS DIDÀCTIQUES</u>	100
<u>Temporització</u>	100
<u>Orientacions metodològiques</u>	100
<u>Altres propostes de recerca</u>	100
<u>ORIENTACIONS TÈCNIQUES</u>	100
<u>CRITERIS D'AVALUACIÓ</u>	101
<u>BIBLIOGRAFIA I "WEBS"</u>	101
<u>LA PLUJA ÀCIDA</u>	101
<u>GUIÓ PER A L'ALUMNAT</u>	101
<u>INTRODUCCIÓ</u>	101
<u>DISSENY I REALITZACIÓ D'UNA NOVA EXPERIÈNCIA SOBRE LA PLUJA ÀCIDA</u>	102
<u>Material i Equipament</u>	103
<u>Procediment per configurar la captació, enregistrar i guardar les dades</u>	103
<u>Plantejament del problema i formulació de les possibles hipòtesis prèvies</u>	105
<u>Disseny i muntatge de l'experiència</u>	105
<u>Execució de l'experiència</u>	105
<u>Anàlisi de les dades</u>	106
<u>Conclusions</u>	106
<u>DISCUSSIÓ DELS RESULTATS (AMB TOT EL GRUP-CLASSE)</u>	106
<u>QÜESTIONARI DE REPÀS</u>	106
<u>L'EFFECTE HIVERNACLE</u>	107
<u>GUIÓ PER AL PROFESSORAT</u>	107
<u>OBJECTIUS, UBICACIÓ DINS DEL CURRÍCULUM I NIVELL D'INVESTIGACIÓ</u>	107

<i>Objectius</i>	107
<i>Ubicació dins del currículum</i>	107
<i>Nivell d'investigació</i>	107
ESQUEMA GENERAL DE L'EXPERIÈNCIA	108
MATERIAL I EQUIPAMENT NECESSARI PER A TOTS ELS MODELS D'EXPERIÈNCIES	111
POSSIBLES DISSENYS EXPERIMENTALS	111
<i>Precedents: disseny de l'experiència sense sensors</i>	111
<i>Disseny amb sensors</i>	112
ALTRES ORIENTACIONS DIDÀCTIQUES	117
<i>Temporització</i>	117
<i>Orientacions metodològiques</i>	117
<i>Altres propostes de recerca</i>	118
ORIENTACIONS TÈCNIQUES	118
<i>Per al model de llum solar</i>	118
<i>Per al model de llum IR</i>	118
CRITERIS D'AVALUACIÓ	119
BIBLIOGRAFIA I "WEBS"	120
<u>L'EFECTE HIVERNACLE</u>	121
<u>GUIÓ PER A L'ALUMNAT</u>	121
INTRODUCCIÓ	121
DISSENY I REALITZACIÓ D'UNA NOVA EXPERIÈNCIA SOBRE L'EFECTE HIVERNACLE	122
<i>Material i equipament</i>	122
<i>Procediment per configurar la captació, enregistrar i guardar les dades amb la consola</i> <i>desconnectada de l'ordinador</i>	122
<i>Procediment per configurar la captació, enregistrar i guardar les dades amb la consola</i> <i>connectada de l'ordinador</i>	124
<i>Plantejament del problema i formulació de les possibles hipòtesis prèvies</i>	129
<i>Disseny i muntatge de l'experiència</i>	129
<i>Execució de l'experiència</i>	129
<i>Anàlisi de les dades</i>	129
<i>Conclusions</i>	130
DISCUSSIÓ DELS RESULTATS (AMB TOT EL GRUP-CLASSE)	130
QÜESTIONARI DE REPÀS	130
<u>FOTOGRAFIA I MESURES AMB ESCÀNER</u>	131
<u>MATERIAL PER AL PROFESSORAT</u>	131
REFLEXIÓ SOBRE EL PROBLEMA DE LA MACROFOTOGRAFIA DIGITAL, OBJECTIUS, UBICACIÓ DINS DEL CURRÍCULUM I NIVELL D'INVESTIGACIÓ	131
<i>Reflexió prèvia sobre la fotografia digital a les aules de ciències</i>	131
<i>Objectius</i>	131
<i>Ubicació dins del currículum</i>	131
<i>Nivell d'investigació</i>	131
ESQUEMA GENERAL DE L'EXPERIÈNCIA	132
MATERIAL I EQUIPAMENT NECESSARI	132
ALTRES ORIENTACIONS DIDÀCTIQUES	133
<i>Temporització</i>	133
<i>Propostes de recerca</i>	133
ORIENTACIONS TÈCNIQUES	133
<u>FOTOGRAFIA I MESURES AMB ESCÀNER</u>	134
<u>MATERIAL PER A L'ALUMNAT</u>	134

<u>INTRODUCCIÓ I PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA</u>	134
<u>OBJECTIUS</u>	134
<u>MATERIAL I EQUIPAMENT</u>	134
<u>PROCEDIMENT</u>	134
<u>1. Realització de fotografies amb l'escàner</u>	134
<u>2. Augment de les fotografies. Tamany d'impressió i tamany a la pantalla de l'ordinador. Qualitat de les imatges.</u>	138
<u>3. Tractament de les imatges escanejades amb el programa "Motic Images Plus 2.0"</u> ...	144
<u>FOTOGRAFIA I MESURES AMB ESCÀNER</u>	151
<u>ANNEX: ALGUNS EXEMPLES</u>	151
<u>MATERIAL PER A L'ALUMNAT</u>	151
<u>PLANTEJAMENT D'HIPÒTESIS I PLANIFICACIÓ DE NOUS DISSENYS EXPERIMENTALS</u>	151
<u>1. Fotografies d'un flor composta: flor, capítol, lígula, ...</u>	151
<u>Lògicament, es poden escanejar altres parts de la planta: fulles, tiges, fruits, ... i realitzar les mesures corresponents.</u>	153
<u>2. Fotografia de fulles: superfície foliar</u>	154
<u>3. Fotografia i anàlisi densitomètric d'una electroforesi</u>	157
<u>4. Fotografia de cristalls</u>	160
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	161
<u>PROPOSTES, SUGGERIMENTS I CONCLUSIONS</u>	162
<u>MÉS PROPOSTES DE TREBALL AMB MOTIC I MULTILOG EN BIOLOGIA I GEOLOGIA</u>	163
<u>INTRODUCCIÓ I REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES</u>	163
<u>AMB MULTILOG</u>	164
<u>AMB MOTIC</u>	167
<u>CONCLUSIONS I SUGGERIMENTS</u>	168
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	169
<u>LLIBRES I ARTICLES</u>	169
<u>PORTALS DE INTERNET</u>	171

Agraïments

Voldria, a continuació, expressar el meu agraïment a un seguit de persones que m'han ajudat en l'elaboració d'aquest treball.

En primer lloc, a l'Anna Gené, professora de la Facultat de Ciències de l'Educació de la Universitat de Lleida pel seu guiatge en aquest treball i per fer-me entendre la importància que sigui l'alumnat qui dissenyi els seus propis experiments.

A l'equip de treball del CDECT (Centre de Documentació i Experimentació en Ciències i Tecnologia) : la Montse Cabello, la Sílvia Lope, la Mariona Doménec, l'Àngela Barbé, la Victòria Vives, l'Eloisa Anglada, en Josep Ma. Mesado, l'Antoni Perera... Per haver llegit alguns dels meus protocols i fer-me noves propostes per millorar el meu treball.

A en Fernando Gruas, mestre del CRP del Segrià, pel seus treballs realitzats a l'aula sobre l'efecte hivernacle

A en Xavier Juan i a en Miquel Calvet, professors de Física i Química i Biologia i Geologia, respectivament, pels seus treballs sobre la fotosíntesi aquàtica i ús de l'oxímetre.

A en Xavier Font, professor del Departament de Botànica de la Universitat de Barcelona, per la seva experiència en la fotografia de plantes i flors amb escàner.

Al CRP del Segrià i als seus membres, per tot el material que m'han subministrat i al seu suport

A la Neus Tenza, professora de la branca Sanitària de l'IES Torre Vicens de Lleida pels seus coneixements sobre la electroforesi. Així com pel suport impaciència, com a parella, al llarg de tot aquest curs de llicència i més.

Introducció

1. Antecedents sobre la experimentació assistida per ordinador

A l'any 1992, el Departament d'Ensenyament va presentar els primers equips EXAO (Experimentació Assistida per Ordinador) dirigits als laboratoris de Ciències. Es tractava d'equips de sensors, connectats a un ordinador, amb un "software" molt senzill. La seva finalitat era facilitar la pressa de dades en determinades experimentacions d'una manera automàtica per al seu posterior estudi a l'aula mitjançant un ordinador PC.

Posteriorment, amb la creació de les aules de Tecnologia, van arribar, a gairebé tots els instituts de Secundària, els equips SADEX (Sistema d'Adquisició de Dades Experimentals). Aquests equips permetien també la captació de dades, amb un conjunt de sensors més ampli i una "consola-interfície" que podia treballar de manera autònoma del PC, per a, després, transferir-hi les dades recollides. En alguns centres docents aquests equips han estat utilitzats també pel professorat de ciències, sobretot per l'impuls que hi ha donat el CDECT (Centre de Documentació i Experimentació en Ciències i Tecnologia) mitjançant la realització de cursos de formació de professorat durant els cursos 2000-2001 i 2001-2002.

Finalment, a partir de l'any 2002, s'han anat dotant als instituts de secundària amb les "Aules de Noves Tecnologies aplicades a les Ciències" amb equipament de sensors tipus "Multilog" i microscopis amb màquines fotogràfiques digitals incorporades tipus "Motic". L'ús d'aquests materials s'està fomentant amb cursos de formació des del maig del 2003.

2. Breu presentació del tema

Actualment, no es pot pensar en realitzar l'ensenyament de les Ciències, per a qualsevol nivell educatiu, sense la realització de treballs pràctics. Aquests treballs pràctics ens poden permetre assolir no només objectius procedimentals, sinó també objectius conceptuals i objectius actitudinals.

Malgrat tot, la falta de temps i uns programes oficials molt atapeïts ens obliguen, sovint, a oferir un nombre reduït de treballs pràctics al nostre alumnat. A més a més, la realització de bons treballs experimentals també requereix un material de laboratori de qualitat, que no sempre es troba als nostres antiquats laboratoris. També cal dir que a moltes sessions de laboratori s'inverteix molt de temps en la manipulació dels instruments i en la pressa de dades, deixant molt poc temps a la interpretació de les dades i la seva discussió.

Amb l'arribada a les aules de ciències de les "Noves Tecnologies" s'obren noves perspectives de treball que poden ajudar a solucionar alguns dels problemes citats anteriorment. Amb aquestes noves tecnologies podem:

- automatitzar la pressa de dades de determinats experiments,
- prendre fotografies o filmacions de preparacions microscòpiques
- compartir tots aquests resultats i observacions, mitjançant xarxes telemàtiques, amb tot l'alumnat

i tot això, disminuint sensiblement el temps invertit en la presa de dades, temps que podem destinar a l'anàlisi, interpretació i discussió dels resultats.

A continuació descriurem, breument, el funcionament dels diferents grups d'elements de l'aula de Ciències, així com el seu interès en la realització de treballs pràctics. Aquests grups d'elements són:

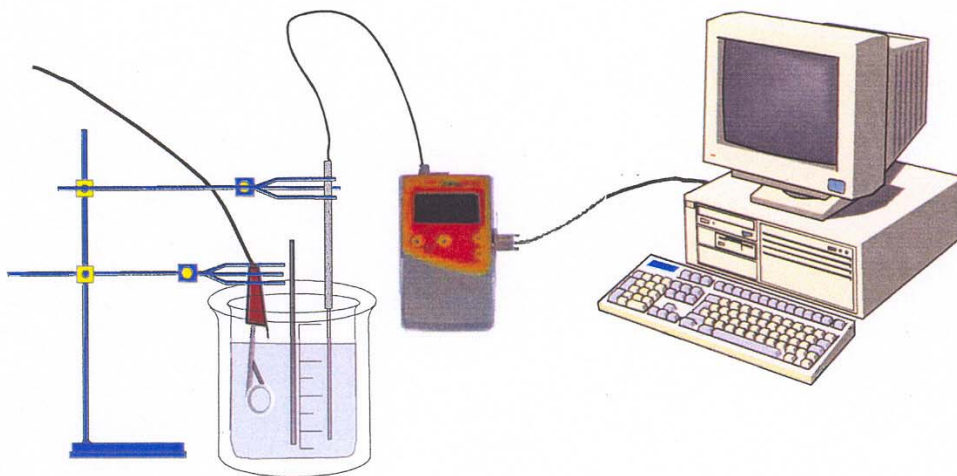
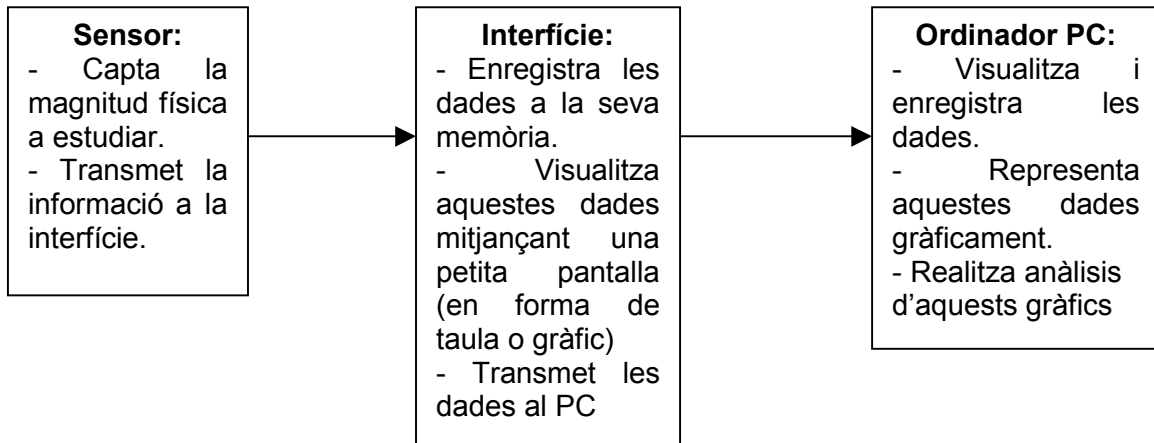
- Equip d'experimentació assistida per ordinador
- Equip de microscopia
- Xarxa informàtica de l'aula

2.1. L'equip d'experimentació assistida per ordinador i el seu aprofitament pedagògic dins i fora de l'aula de ciències.

Descripció i funcionament de l'equip

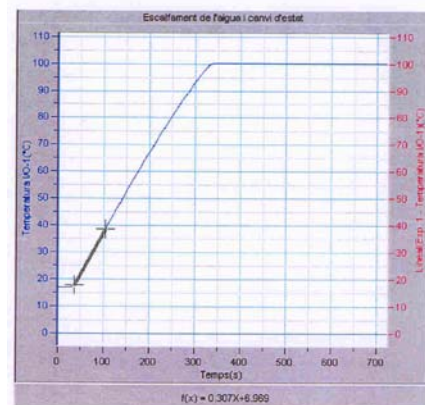
La tecnologia de la "Experimentació assistida per ordinador" (EXAO) o també denominada "Micro-computer based laboratory" (MBL) consisteix en que l'alumnat pren les dades de l'experiment mitjançant uns sensors connectats a un microordinador, anomenat "interfície", que a la vegada està connectat a un ordinador PC.

Aquest sistema es podria representar pel següent esquema.



Els dos primers elements d'aquest sistema poden treballar desconnectats de l'ordinador PC i de la xarxa elèctrica degut a la capacitat d'enregistrament de la interfície i a les seves pròpies bateries. Posteriorment es poden transmetre les dades enregistrades a l'ordinador PC, per al seu posterior anàlisi.

Un cop les dades s'han transferit a l'ordinador PC es poden obtenir gràfics com el que es veu a la següent figura i fer-ne el seu estudi.



Aprofitament pedagògic de l'equip

El treball amb equipament de sensors, interfície i ordinador ens permet treballar amb els següents avantatges:

- Podem prendre mesures d'una determinada magnitud, automàticament, amb intervals molt petits (fins a mil·lèsimes de segon), amb molta precisió durant un període molt curt de temps. Això ens permet estudiar certes reaccions bioquímiques que succeeixen en pocs segons.
- Podem prendre mesures d'una determinada magnitud, automàticament, amb intervals més amplis de temps, durant un període llarg de temps (3 a 5

dies). D'aquesta manera podem estudiar fenòmens com la fotosíntesi al llarg de 3 o 4 dies.

- Podem prendre mesures de varies magnituds a l'hora.
- Podem prendre mesures fora del laboratori.
- Obtenim les taules de dades i els gràfics directament. A més a més, en podem fer l'estudi amb l'ordinador, mitjançant les eines del programa corresponent.
- Estalviem temps en la realització de l'experiència, la pressa de dades i la realització de gràfics. Tot aquest temps el podem reinvertir en l'anàlisi i discussió dels resultats.

2.2. El microscopi amb màquina fotogràfica digital i el seu aprofitament pedagògic

Descripció i funcionament de l'equip

Des de fa anys la fotografia microscòpica es realitza amb microscopis amb adaptadors òptics especials, encaixats amb màquines fotogràfiques tipus "Reflex". Amb l'arribada de la fotografia digital i el perfeccionament de les màquines fotogràfiques s'obren noves línies de treball dins d'aquest camp.

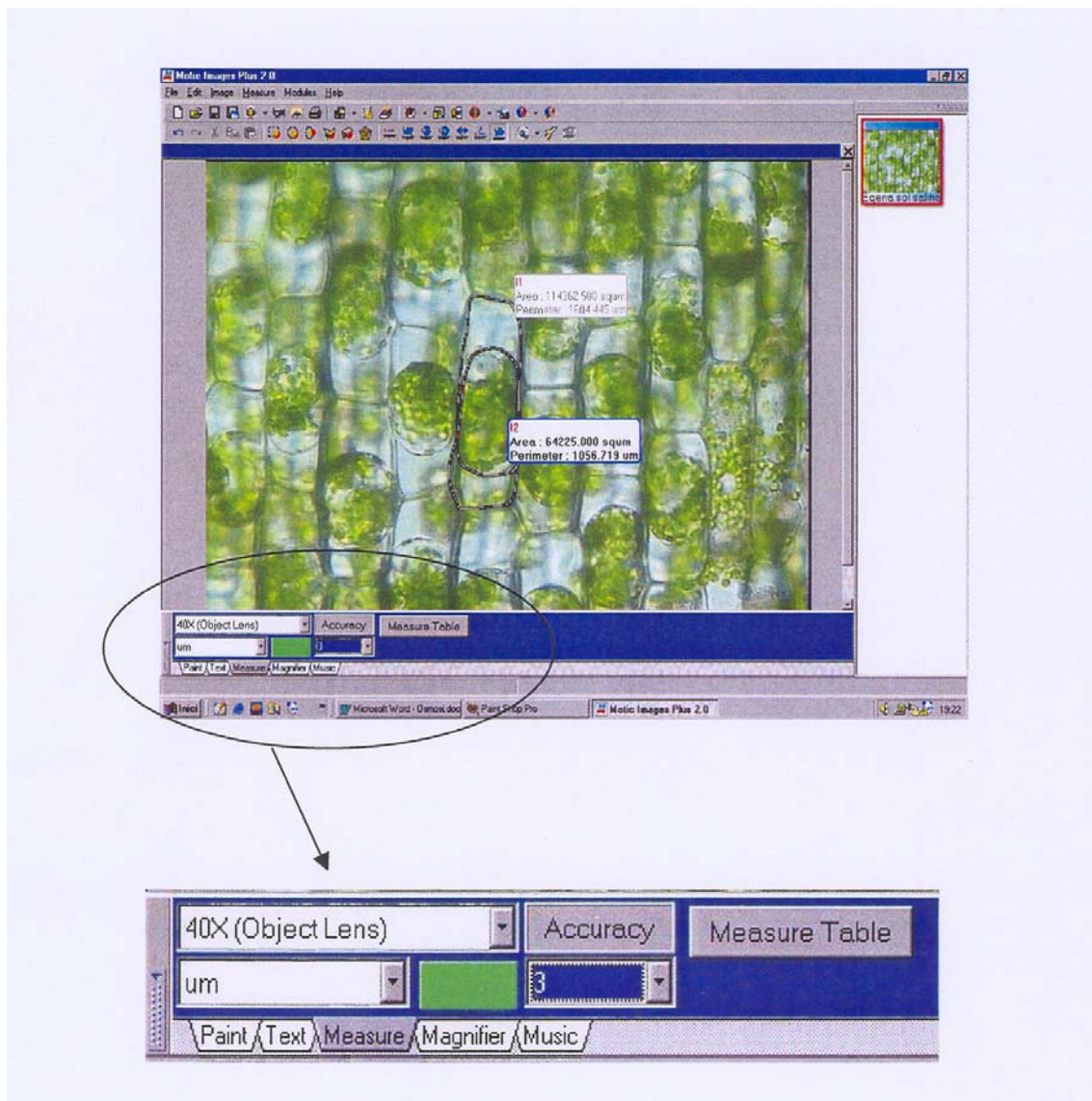


L'equip microscòpic que hi ha a les "Aules de Noves Tecnologies per a les Ciències" consta d'un microscopi òptic amb una màquina fotogràfica digital incorporada, un "software" per al professorat i un "software" diferent, per a l'alumnat.

A les "Aules de formació de professorat" també es disposa d'un microscopi estereoscòpic (o lupa binocular) amb màquina fotogràfica digital incorporada.

Aprofitament pedagògic de l'equip

Aquest equipament permet realitzar fotografies i filmacions de les preparacions microscòpiques, a més a més de realitzar tractament digitals de les imatges, prendre mesures, realitzar recomptes cel·lulars, A la següent figura es poden veure algunes d'aquestes prestacions.



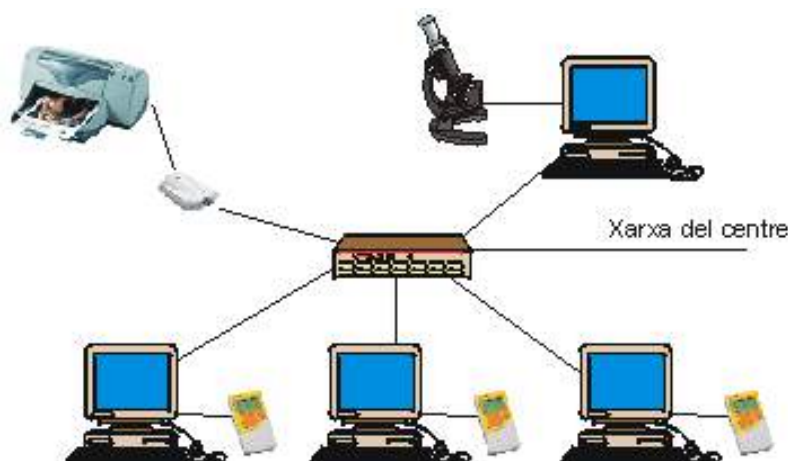
Aquestes prestacions ens permeten:

- Realitzar fotografies, arxivar-les, ... per després poder fer comparacions entre mostres similars.
- Realitzar mesures dels diferents tipus de cèl·lules per poder-ne fer comparacions.
- Observar i analitzar, mitjançant filmacions, l'evolució dels teixits cel·lulars, davant de canvis ambientals.
- Observar i analitzar els moviments de determinats organismes microscòpics

2.3. La xarxa i el seu aprofitament pedagògic

Descripció i funcionament de l'equip

Tots els ordinadors de les “Aules de Noves Tecnologies per a les Ciències” estan connectats en xarxa segons el següent esquema.



Aprofitament pedagògic de l'equip

El principal avantatge de la “xarxa de treball” és el fet de poder COMPARTIR els resultats i les observacions realitzades en cadascun dels ordinadors.

Així doncs, es poden realitzar activitats com:

- Un sol ordinador, amb el seu equip de sensors, o connectat al microscopi realitza un seguit d'observacions i mesures. Aquestes observacions i mesures poden ser enviades a tots els altres ordinadors per al seu estudi i anàlisi.
- Tots els ordinador, amb els seus equips de sensors, realitzen la mateixa experiència. Els resultats obtinguts poden ser enviats a tots i a cadascun dels altres ordinadors per a la seva comparació i discussió.
- Cada ordinador pot realitzar l'anàlisi de les dades i les observacions de manera independent.
- En un futur, la connexió a Internet permetrà accedir a “webs” interessants per a la realització de determinades experiències.

3. Objectius que es pretenen assolir

Tenint en compte el treball previ d'altres companyes i companys i el material del que disposem actualment, ens hem proposat els següents objectius:

1. Aprofundir en l'ús de l'equipament del “Aula de Noves Tecnologies per a les Ciències” (conjunt de sensors, ordinadors, programari, microscopis, ...)
2. Descobrir noves aplicacions didàctiques d'aquest equipament en els camps de coneixement de la Biologia, la Geologia i el Medi Ambient.
3. Oferir pautes que permetin l'aprofitament d'aquests materials com a recursos didàctics en l'aplicació del currículum tant a l'ESO com al Batxillerat, dins dels camps de coneixement de la Biologia, la Geologia i el Medi Ambient.
4. Dissenyar un seguit d'experiències de Biologia, Geologia i Medi Ambient que es puguin realitzar amb el material existent a les “Aules de Noves Tecnologies per a les Ciències”, diferenciant entre:
 - a. Dissenyar experiències per realitzar al laboratori amb els equips de sensors
 - b. Dissenyar experiències per realitzar fora del laboratori amb els equips de sensors

- c. Dissenyar experiències per realitzar amb el microscopi amb màquina fotogràfica digital incorporada així com amb el seu programari
5. Proposar un model de gestió del "Aula de Noves Tecnologies per a les Ciències" que permeti la participació tant del professorat com de l'alumnat a l'hora de dissenyar i realitzar experiències.
6. Proposar un guió de "Curs de Formació del Professorat per a l'Aprofundiment en l'ús de les Aules de Noves Tecnologies per a Biologia, Geologia i Medi Ambient"

4. Marc referencial en el qual es fonamenta aquest treball.

Fonamentem el nostre treball de recerca en els estudis realitzats, en els darrers anys, sobre "Els treballs pràctics en ciències experimentals", que han estat publicats en diferents revistes pedagògiques. De les idees expressades en aquests articles ressaltem els següents aspectes:

- La importància del treball experimental per a l'aprenentatge de les ciències.
- El concepte de "Ciència escolar"
- La necessitat de la participació de l'alumnat i els nivells d'investigació
- El desenvolupament de les noves tecnologies i el treball experimental amb aquestes noves tecnologies.

4.1. Importància del treball experimental per a l'aprenentatge de les ciències:

No hi ha dubte que l'aprenentatge de la ciència comporta una part teòrica i una part pràctica i que una gran part d'aquest aprenentatge ha de tenir lloc als laboratoris i al camp. Actualment, els dissenys curriculars de ciències, tant a nivell d'ESO com de Batxillerat, incideixen en la importància de "promoure l'adquisició d'una sèrie de procediments i habilitats científiques". Aquests procediments i habilitats poden ser relativament senzills i bàsics (utilització d'aparells i estris de laboratori, mesura de magnituds, tractament de dades, ...) o més complexes (interpretar els resultats obtinguts, investigar i resoldre problemes fent ús de l'experimentació, ...).

Cal destacar, doncs, que els treballs experimentals permeten l'accés a nous coneixements i són un bon instrument per comprendre la funció de la Ciència.

De totes maneres, no tot el professorat de ciències dona la mateixa importància i el mateix enfocament al treball experimental. Aquest enfocament depèn dels objectius que es volen aconseguir i del concepte que es té de com és la Ciència i, sobretot, de com es pot aprendre Ciència en l'àmbit escolar.

4.2. Concepte de "Ciència escolar"

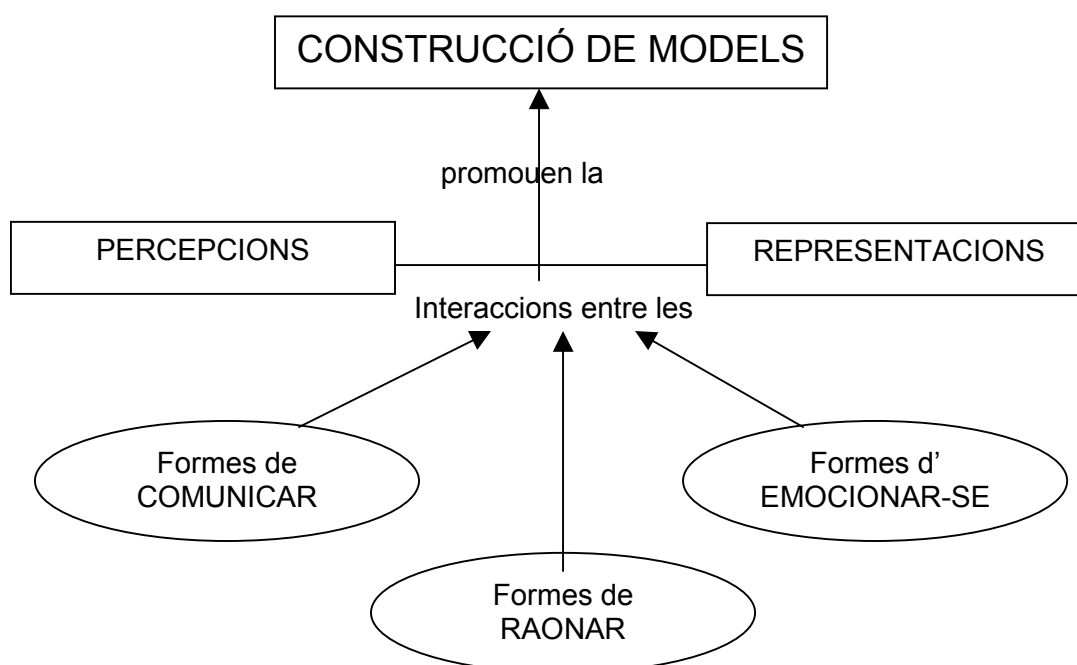
Un dels marcs de referència que, en els darrers anys, més ens agrada aplicar en la nostra tasca docent, és el de "Ciència escolar".

El concepte de "Ciència escolar" sorgeix com la idea que "ensenyar ciències és el conjunt d'accions que promou el professorat per afavorir el procés de "modelització" que realitza l'alumnat amb la finalitat de "donar sentit" als fets del seu entorn, un sentit que ha de ser coherent amb el coneixement científic actual" (Izquierdo, M.; Sanmartí, N.; Espinet, M.; 1999).

“Des d’aquest punt vista, fer Ciència (i, a l’escola, fer “Ciència escolar”) és portar endavant una activitat en que l’experimentació, les representacions mentals de l’alumnat i la discussió sobre elles s’entrecreuen per a la construcció de models explicatius, models que ha de ser coherents amb els fets. A partir de l’estudi de les situacions sorgides de la realitat i transformades en problemes per a l’alumnat, aquests expressen les seves idees i el professorat els ajuda a posar-les en funcionament, promovent la discussió sobre aspectes que en opinió seva són rellevants en relació al model o teoria científica de referència” (Sanmartí, N.; Márquez, C.; García, P.; 2002).

Es tractarà, doncs, que, a partir de l’experimentació i l’observació de determinats fenòmens naturals, l’alumnat sigui capaç de comunicar i discutir les seves percepcions sobre aquests fenòmens, creant representacions que portaran a la construcció d’aquests models conceptuais.

Aquest procés de “modelització” queda reflectit en el següent esquema (Sanmartí, N.; Márquez, C.; García, P.; 2002).



4.3. Importància de la participació de l’alumnat i els nivells d’investigació

Tot i les idees expressades anteriorment, moltes vegades ens trobem que les experiències o treballs pràctics de laboratori són realitzats exclusivament pel professorat, de tal manera que l’alumnat només té un paper d’espectador gairebé passiu. Això ens porta a fer-nos la pregunta:

quin és el nivell d’investigació i participació que hauria de tenir l’alumnat en aquestes experiències?

Ja fa anys es va proposar un marc d’anàlisi que permetés avaluar el nivell d’investigació d’un treball experimental (Herron, 1971; Tamir, 1989). Aquest marc d’anàlisi queda reflectit en la següent taula:

Nivell d'investigació	Qui proporciona...		
	... el problema a investigar?	... el disseny experimental?	... la resposta?
0	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text
1	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
2	El professorat o el llibre de text	L'alumnat	L'alumnat
3	L'alumnat	L'alumnat	L'alumnat

A partir d'aquesta taula podem veure que, segons qui proposi el problema a investigar, dissenyi l'experiment i proporcioni la resposta, tenim els quatre nivells d'investigació.

El nivell 0 pot ser convenient per mostrar determinats fenòmens naturals o per explicar determinats procediments experimentals (ús de materials, presa de dades i realització d'observacions, anàlisi d'aquestes, comunicació dels resultats, ...). El nivell 1 ha de permetre a l'alumnat adquirir el domini de certes tècniques experimentals, així com la capacitat de resoldre els problemes a investigar. El nivell 2 comporta que l'alumnat sigui capaç de planificar experiments a partir del problema plantejat, això vol dir identificar variables, dissenyar el procediment experimental, escollir el material a utilitzar, determinar les mesures a realitzar, ... Finalment, el nivell 3 suposa un veritable treball d'investigació, des de la identificació del problema fins la resolució d'aquest.

En el cas del treball amb l'alumnat de secundària (tant ESO com Batxillerat), és convenient que s'alternin activitats de tots els nivells.

En el nostre treball hem modificat aquesta taula partint de les opinions i propostes recollides en altres articles i publicacions, deixant-la de la següent manera.

Nivell d'investigació	Qui proporciona...		
	... el problema a investigar?	... el disseny experimental?	... la resposta?
0	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text
1	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
1,5	El professorat o el llibre de text	Professorat: dóna la llista de material Alumnat: planifica l'experiment	L'alumnat
2	El professorat o el llibre de text	L'alumnat	L'alumnat
2,5	L'alumnat	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
3	L'alumnat	L'alumnat	L'alumnat

En el nostre treball hem proposat experiències en que l'alumnat realitza diferents nivells d'investigació, tal i com es pot veure en la descripció de cada experiència.

4.4. Importància de les noves tecnologies (TIC) i el treball experimental amb aquestes noves tecnologies.

Sens dubte, un dels factors que han permès l'avenç de les ciències és la invenció i l'ús de nous instruments que han ampliat el camp de la percepció humana. Com ja hem dit anteriorment, aquestes percepcions són les que ens permeten construir nous models (apartat 4.2.). Per tant, la incorporació de les TIC també pot millorar les nostres percepcions sobre els fenòmens del nostre entorn.

De totes maneres, actualment, no hi ha gaires “marcs referencials” sobre l'ús de noves tecnologies als laboratoris de ciències. Cal destacar, però, els treballs realitzats sobre aquest tema, des del 1995, per Roser Pintó, del Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals de la UAB, amb la col·laboració de professors de Secundària i de professorat d'altres universitats europees.

De manera similar a altres autors que ja hem mencionat R. Pintó creu que els objectius essencials que en general es pretenem aconseguir dels alumnes mitjançant el nostre ensenyament són:

1. Adquirir coneixement científic
2. Aprendre a aprendre

Ara bé, la implantació de les TIC als laboratoris de ciències, comporta un seguit d'avantatges com són:

- La reducció del temps de l'experimentació
- La presa automàtica de dades en temps real

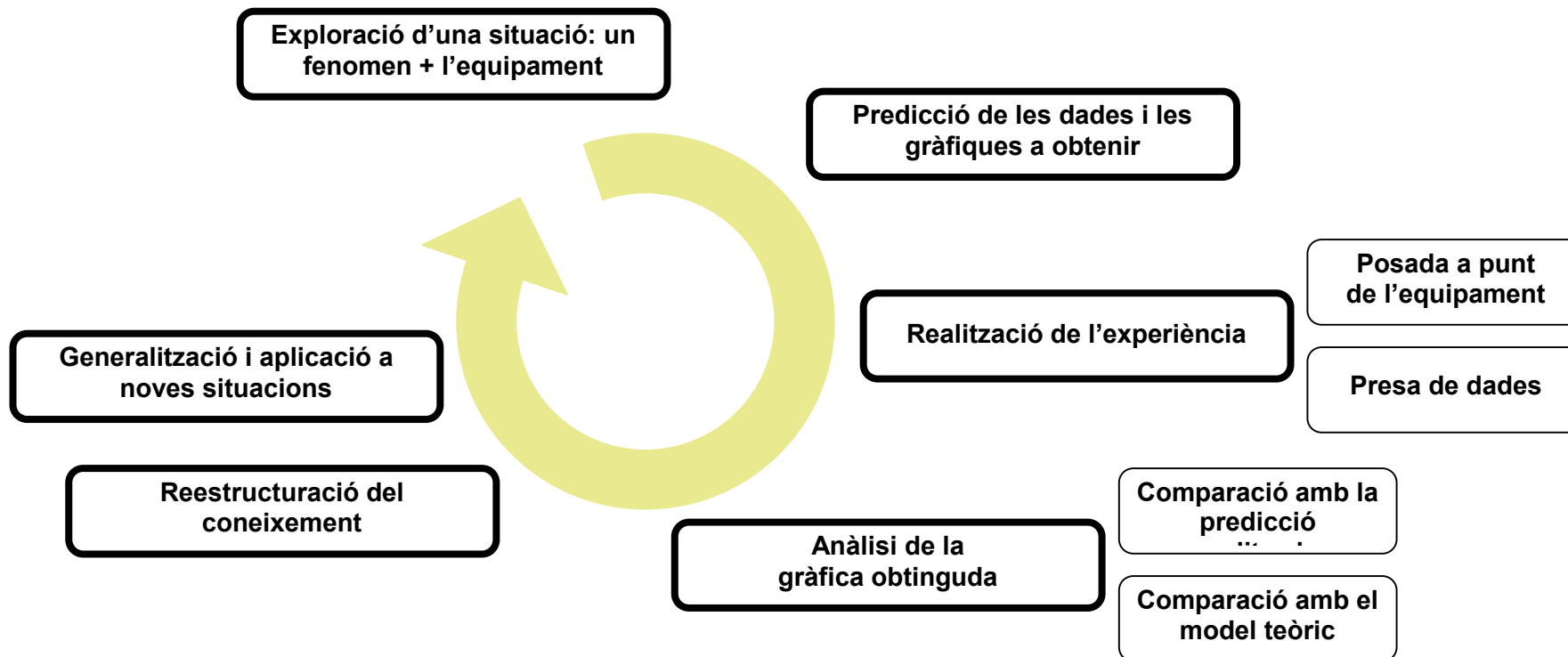
Així, “la utilització de les TIC no només permet fer millor algunes coses sinó que també indueix a fer-ne de noves”

Tenint en compte aquests avantatges R. Pintó fa un seguit de “propostes referents a l'enfocament didactic”:

- Com que el temps a dedicar a la presa de dades es pot reduir molt, aprofitem els avantatges d'aquest sistema.
- Dediquem bona part del temps de laboratori:
 - “a l'anàlisi del fenomen previ a la realització de l'experiment,
 - a l'anàlisi dels resultats,
 - a discutir els gràfics possibles a obtenir (predicció), i
 - a discutir els gràfics obtinguts.”
- No només realitzem treball individual o amb tot el grup classe. Les discussions entre alumnes (a nivell de petit grup) són les activitats que més aporten a la seva comprensió. Convé potenciar-les”.

Partint d'aquest enfocament, es proposa el treball experimental com una seqüència d'activitats en un cicle d'aprenentatge, per tal d'ajudar a la construcció de coneixement. Aquest cicle d'aprenentatge queda reflectit en l'esquema de la pàgina següent:

CICLE D'APRENTATGE DEL TREBALL EXPERIMENTAL AMB LES TIC (PINTÓ, R; 2003)



Treball realitzat

1. Metodologia emprada

Per tal de realitzar aquest treball no només ens hem basat en l'experimentació, sinó també en la recerca de treballs similars en d'altres països i en l'intercanvi d'experiències amb d'altres companys i companyes.

En primer lloc, tot i tenir ja una certa experiència en l'ús d'equips de sensors. Vam realitzar una recerca de propostes d'experiències que ja s'haguessin realitzat a les nostres terres o en d'altres països. Aquesta proposta l'hem anat modificant al llarg de l'any de treball i es pot trobar, un cop modificada i actualitzada, a l'apartat de conclusions.

En segon lloc, hem anat provant de realitzar algunes d'aquestes experiències, adaptant-les al nostres equipaments de les "Aules de Noves Tecnologies per a les Ciències". De vegades amb èxit, de vegades amb un fracàs rotund. El que demostra que alguns d'aquests protocols són més ficticis que reals.

En tercer lloc, hem intercanviat les nostres experiències amb altre professorat, hem recollit les seves opinions i propostes i hem modificat els nostres propis protocols quan així ho hem cregut convenient.

2. Disseny dels diferents protocols

S'han elaborat així un total de set protocols, si bé la majoria d'ells contenen més d'una proposta de treball.

D'aquests set protocols, sis són per a la utilització de sensors. Són els següents:

- Sismògrafs i sismogrames
- Mantenir l'escalfor d'un cos
- La fermentació del iogurt
- La fotosíntesi
- La pluja àcida
- L'efecte hivernacle

El darrer protocol està pensat per utilitzar el programa "Motic Images plus" tot i que sense microscopi:

- Fotografia i mesures amb escàner:

Cada protocol s'ajusta aproximadament als següents apartats:

- Guió per al professorat
 - Introducció i repàs d'alguns conceptes referits al tema d'estudi
 - Objectius de l'experiència, ubicació dins del currículum i nivell d'investigació de l'alumnat.
 - Esquema general de l'experiència.
 - Material i equipament necessari .
 - Possibles dissenys experimentals (a proposar per l'alumnat o per el professorat) i possibles resultats.
 - Altres orientacions didàctiques
 - Temporització
 - Orientacions metodològiques

- Altres propostes de recerca
 - Orientacions tècniques
 - Criteris d'avaluació
 - Bibliografia
- Guió per a l'alumnat
 - Introducció al tema
 - Explicació i pràctica sobre l'ús dels sensors o material que s'han d'utilitzar.
 - Plantejament del problema i formulació de possibles hipòtesis.
 - Disseny i muntatge de l'experiència
 - Execució de l'experiència.
 - Anàlisi de les dades obtingudes.
 - Conclusions.

Volem posar especial èmfasi en que els protocols s'han realitzat pensant sobretot en els aspectes ja citats a la introducció d'aquest treball. O sigui:

- La importància del treball experimental per a l'aprenentatge de les ciències.
- El concepte de "Ciència escolar"
- La necessitat de la participació de l'alumnat i els nivells d'investigació
- El desenvolupament de les noves tecnologies i el treball experimental amb aquestes noves tecnologies.

3. Descripció dels recursos utilitzats

El material a utilitzar és bàsicament l'existent en una "Aula de Formació de Noves Tecnologies per a les Ciències". Aquest material és el següent:

- Xarxa informàtica formada bàsicament per:
 - 5 ordinadors multimèdia Compaq Evo D 500
 - 1 ordinador multimèdia Compaq Evo D 500 amb monitor d'altres prestacions
 - 1 impressora HP 960 C
 - 1 canó de projecció
 - 1 màquina fotogràfica digital
- Aparells òptics
 - 1 microscopi binocular amb càmera digital incorporada CCD Motic 223A
 - 1 lupa binocular amb càmera digital incorporada CCD Motic 223A
- Equipament d'Experimentació Assisitida per Ordinador (EXAO) tipus Multilog
 - 4 consoles MultilogPRO
 - 1 webcam
 - Sensors associats:
 - Sensors de temperatura
 - Sensors de nivell de llum
 - Sensor d'humitat
 - Sensor de pH
 - Sensor de conductivitat
 - Sensor de concentració d'oxigen per aire i aigua
 - Sensor de pressió
 - Sensor de só (micròfon)
 - Sensor de posició i distància
 - Sensor de força

- Amperímetre
- Voltímetre
- Teslàmetre
- Sensor de ritme cardiovascular
- Espiròmetre.

EXPERIÈNCIES REALITZADES

Sismògrafs i sismogrames

Material per al professorat

Objectius

- Realitzar un sismògraf capaç de registrar ones sísmiques o petits moviments del terra
- Realitzar sismogrames davant de determinats fenòmens puntuals.
- Comparar el funcionament i eficiència dels sismògrafs horitzontal i vertical

Material i Equipament

Elements de l'equip multilog – Consola multilogPro amb cable USB – 1 o 2 teslàmetres Material de laboratori – 2 suports metàl·lics amb pinces i nous	Altres materials – 2 regles de plàstic flexible de 50 cm. – 2 imants petits (són adequats els que s'utilitzen per subjectar portes). – 1 maça – 1 cadira de rodes de despatx
---	--

Orientacions didàctiques

Temporització

- ½ hora per muntar el sismògraf vertical, calibrar-lo i enregistrar les dades.
 - ½ hora per muntar el sismògraf horitzontal, calibrar-lo i enregistrar les dades.
 - ½ hora per muntar el sismògraf doble, calibrar-lo i enregistrar les dades.
 - ½ a 1 hora per al qüestionari, la discussió dels resultats i les conclusions.
- Podem programar un sol dels procediments, dos o tres en funció del temps del que disposem.

Alumnes als quals s'adreça l'experiència

- Alumnat de 2n cicle d'ESO (a 3r d'ESO s'expliquen els fenòmens sísmics).
- Alumnat de Batxillerat (a CTMA hi ha un tema dedicat a la sismologia)

Orientacions metodològiques

- Sempre, abans de realitzar cada procediment i cada experiència, és bo que l'alumnat emeti les seves hipòtesis. Pot ser que al començament tingui dificultats per fer-ho per no entendre prou bé el disseny de l'experiment. Però a mesura que es vagin realitzant les diferents experiències, l'alumnat tindrà més facilitat per realitzar les seves pròpies prediccions.

Propostes de recerca

Podem realitzar estudis sobre moviments del sòl en casos com:

- Vibracions del sòl de l'aula en els canvis de classe.
- Vibracions del sòl de l'aula pel trànsit proper, circulació de trens, metro, ...
- Vibracions del sòl en el gimnàs durant una classe d'educació física segons l'exercici que s'estigui realitzant (bots de pilota, trot, ...) Hi ha el problema afegit de si cal traslladar tot l'equipament inclòs l'ordinador o utilitzar només la consola.

Orientacions tècniques

- Es poden utilitzar altres tipus d'imant, però no convé que siguin excessivament potents.
- Cal que els imants no estiguin subjectes per objectes metàl·lics. Això faria variar els camps magnètics.
- Compte amb els corrents d'aire que poden fer oscil·lar els regles. Es podria substituir el regla per una vareta de fibra de vidre. El problema seria com enganxar i orientar correctament el imant.
- Segons el tipus d'imant la distància òptima de treball respecte al teslàmetre pot ser més gran o més petita. Caldria que el professorat fes algunes proves prèvies.
- Si es vol, es pot utilitzar l'escala "Hight" de teslàmetre. Però cal tenir en compte que serà molt difícil de calibrar el sismògraf i obtenir bons resultats.
- Per muntar un sismògraf doble es pot realitzar un muntatge com el de la figura 1.



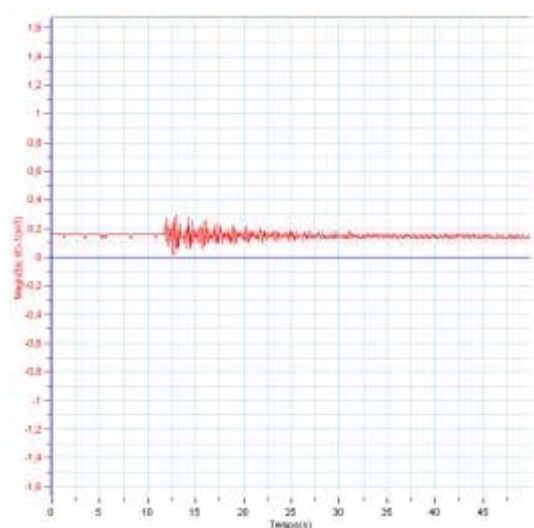
Fig. 1: Teslàmetre doble

Conclusions

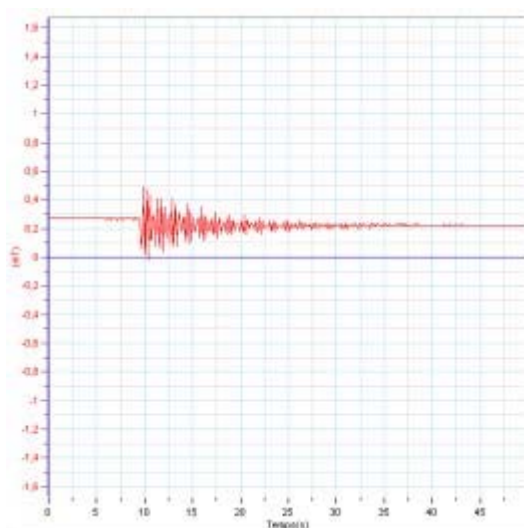
Resultats esperats.

Reproduïm a continuació alguns dels sismogrames obtinguts:

- Amb sismògraf vertical

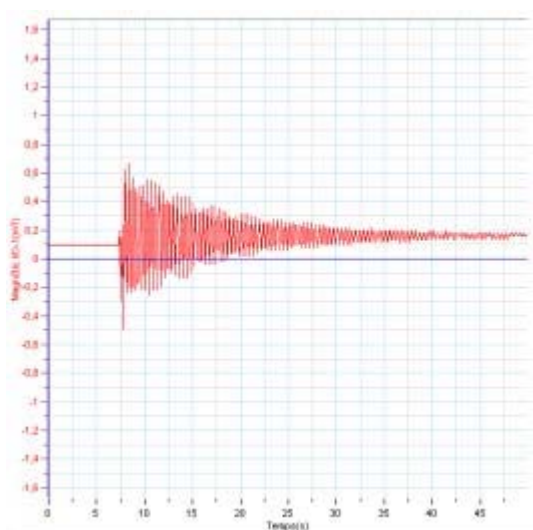


Gràfic 1: Xoc suau d'una cadira de rodes contra la taula

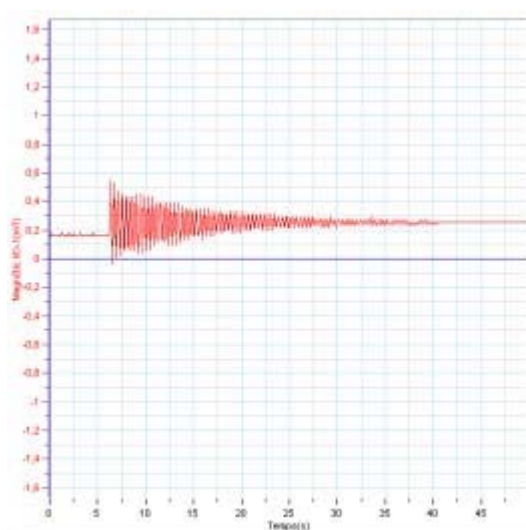


Gràfic 2: Cop de maça damunt la taula

- Amb sismògraf horitzontal



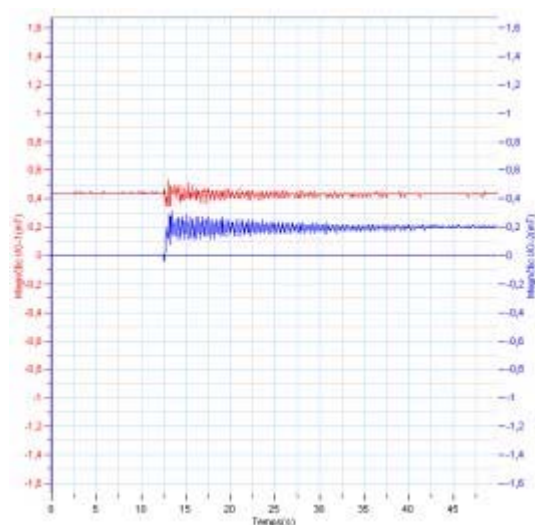
Gràfic 3: Xoc suau d'una cadira de rodes contra la taula



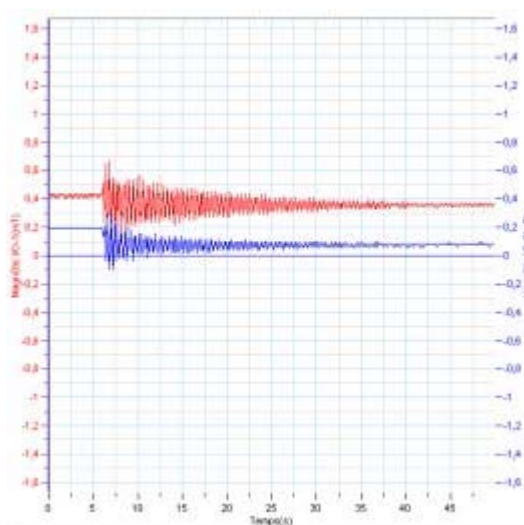
Gràfic 4: Cop de maça damunt la taula

Per poder comparar els resultats cal que tots els gràfics mantinguin la mateixa escala vertical. En el cas d'aquests exemples, l'escala vertical de tots els gràfics va de $-1,8$ a $+1,8$ mT (militesles).

- Resultats amb sismògraf doble



Gràfic 5: Xoc suau d'una cadira de rodes contra la taula



Gràfic 6: Cop de maça damunt la taula

Respostes al qüestionari

- Aparentment el sismògraf més eficient és l'horitzontal. Però això també pot dependre de la proximitat de l'imant al teslàmetre, de la flexibilitat de la regla, ...
- La intensitat de la vibració dependrà sobretot de la força de l'impacte, però haurem d'anar amb cura que un cop massa fort pot desplaçar l'imant respecte al teslàmetre. Observeu detingudament els gràfic 2, 3 i 4, on el valor inicial i final de l'eix Y varia lleugerament.
- Si comparem un sismograma real amb els gràfics obtinguts per nosaltres podríem observar varies diferències:

- En un sismograma real, al començament apareixen i desapareixen un seguit d'oscil·lacions. Es tracta de les ones P que arriben primer. Després les ones S se sumen a les P. Als nostres no es poden diferenciar aquests grups d'ones.
- En un sismograma real l'amplitud de l'oscil·lació es va incrementant fins arribar a un màxim. Després decreix progressivament. Els nostres gràfics comencen amb una amplitud màxima (moment de l'impacte) que va decreixent poc a poc.

Criteris d'avaluació

Es podrien considerar entre d'altres els següents criteris:

- Calibració correcta i acurada del sismògraf.
- Anotació de les característiques de cada experiment.
- Formulació d'hipòtesis.
- Capacitat de comparació i discussió dels gràfics i resultats obtinguts
- Resolució correcta del qüestionari.
- Redacció correcta de les conclusions

Bibliografia i webs

- LILLO J., LOPEZ M.T., REDONET L.F., ROBLES F., USERA J.M.; "Geologia. Curso de Orientación Universitaria". Ed. ECIR. València 1989.
- AGUEDA J., ANGUITA F., ARAÑA V., LOPEZ J., SANCHEZ L.; "Geologia". Ed. Rueda. Madrid 1983.
- <http://www.iea.ad/crecit/sismoweb/sismoindex.htm> : "Sismoweb d'Andorra" realitzada pel Centre de Recerca en Ciències de la Terra (CRECIT) de l'Institut d'Estudis Andorrans. Conté explicacions molt correctes i assequibles per a l'alumnat.
- <http://www.xtec.es/crp-segria/cdect/set-cien/salta/salta2.htm> : Pàgina "web" sobre "Sismes" del Centre de Recursos del Segrià. Proposa algunes activitats i té bons enllaços amb altres "webs".

Sismògrafs i sismogrames

Material per a l'alumnat

Objectius

- Realitzar un sismògraf capaç de registrar ones sísmiques o petits moviments del terra
- Realitzar sismogrames davant de determinats fenòmens puntuals.
- Comparar el funcionament i eficiència dels sismògrafs horitzontal i vertical

Introducció

Tot i que els **sismògrafs** d'avui en dia són molt complicats, el principi bàsic és el mateix que fa anys. Una massa està suspesa d'un marc que reposa sobre el sòl. Quan el marc es mou per les ones d'un terratrèmol, la inèrcia de la massa fa que la massa es mogui, de forma que aquest moviment relatiu és registrat amb una ploma en paper enrotllat a un tambor que gira. El registre es denomina **sismograma**

El principi del sismògraf de pèndol pot utilitzar-se pel moviment vertical i horitzontal del sòl. El moviment vertical pot ser registrat subjectant la massa a una molla penjada d'un marc de forma que el moviment de la massa marcarà un registre.

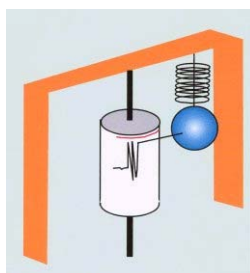


Fig. 1: Sismògraf vertical

Per moviments horitzontals el pèndol es mou com la porta d'una casa al voltant de les frontisses.

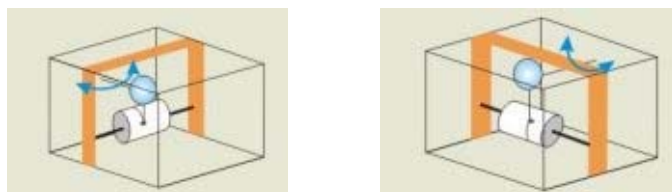


Fig. 2: Sismògrafs horitzontals

Plantejament del problema. Identificació de les variables de l'experiment (independent i dependent).

Per realitzar un sismògraf amb el nostre equip de captació de dades utilitzarem un imant situat a l'extrem d'un regla de plàstic flexible. Enfront hi situarem un teslàmetre (sensor de camp magnètic) que registrarà les oscil·lacions de l'imant.

D'aquesta manera nosaltres podem mesurar les oscil·lacions del camp magnètic (variable dependent) en funció del temps (variable independent).

De totes maneres el que s'hauria de registrar seria l'amplitud del moviment de l'extrem del regla. Podem considerar, doncs, que aquesta amplitud és proporcional a l'oscil·lació del camp magnètic? (hipòtesi 1).

També podem realitzar sismògrafs verticals o horitzontals, variant la situació del regla. Si situem el pla del regla paral·lel al sòl, aquest vibrarà verticalment. Si en canvi, situem aquest pla perpendicular al sòl, el regla vibrarà de dreta a esquerra i tindrem un sismògraf horitzontal. Quin dels dos serà més eficient? Dependrà del tipus d'ona sísmica? (hipòtesis 2 i 3)

Formulació de les possibles hipòtesis prèvies

1. Realitzant un sismògraf com el del nostre model, l'amplitud del moviment del imant (i la variació del camp magnètic) es proporcional al moviment del sòl.
2. Les ones sísmiques produeixen moviments horitzontals del sòl.
3. Les ones sísmiques produeixen moviments verticals del sòl.

Quines altres hipòtesis podríem plantejar?

Material i Equipament

Elements de l'equip multilog – Consola multilogPro amb cable USB – 1 o 2 teslàmetres Material de laboratori – 2 suports metàl·lics amb pinces i nous	Altres materials – 2 regles de plàstic flexible de 50 cm. – 2 imants petits (són adequats els que s'utilitzen per subjectar portes). – 1 maça – 1 cadira de rodes de despatx
---	--

Procediment 1: sismògraf vertical

Muntatge de l'experiència:

Realitzeu un muntatge com el de les figures 3 i 4. Sobre una o dues taules disposeu:



Fig. 3. : model de sismògraf vertical

- Un suport metàl·lic, d'on surti una barra vertical que al seu extrem superior subjecti un dels extrems del regla de plàstic. Al final de l'altre extrem del regla de plàstic situeu un imant. Aquest imant tindrà els seus pols situats un damunt de l'altre. (en els imants de subjectar portes, el pol negatiu és el de dalt i el positiu, el de baix)



Fig. 4: Detall de la situació entre el imant i el teslàmetre

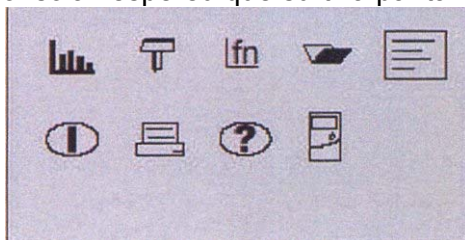
- Sobre el segon suport metàl·lic situeu una barra vertical a l'extrem de la qual estigui el teslàmetre. Caldrà ajustar la seva situació a uns 2 o 3 cm del imant, procurant que el seu extrem estigui entre els dos pols del imant.

Execució de l'experiència

Configuració del sistema (paràmetres de la captació de dades)

Abans de fer el registre de dades cal posar en marxa la interfície i configurar el sistema. Per fer-ho cal seguir els següents passos:

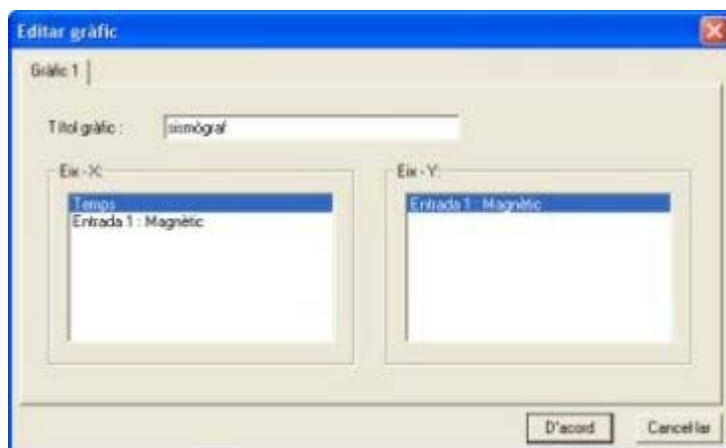
- Connecteu la font d'alimentació a la consola i connecteu aquesta amb el PC mitjançant el cable USB
- Connecteu el sensor de camp magnètic a l'entrada 1 de la consola (entrada I/O-1)
- Comproveu que la sensibilitat del teslàmetre estigui en posició "low"
- Polseu el botó  de la consola i espereu que surti la pantalla del menú amb les icones:



- Obriu el programa Multilab a l'ordinador prement la icona **Multilab** 
- A l'obrir el programa es crearà automàticament un arxiu nou
- Aneu al menú "gràfic/editar gràfic" o seleccioneu a la barra inferior la icona **Editar gràfic**



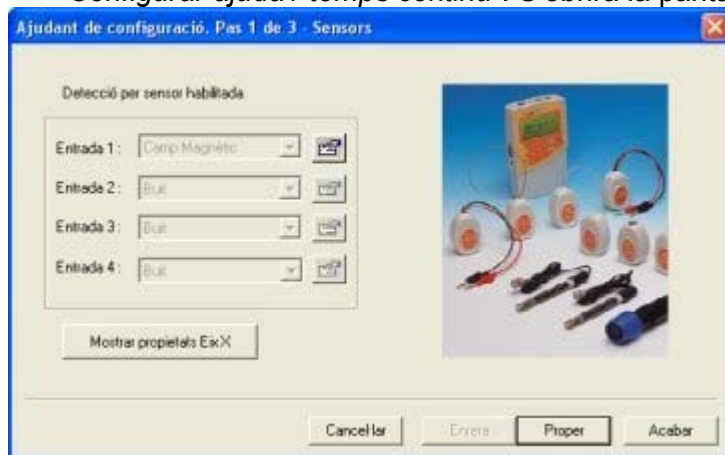
S'obrirà la següent pantalla:



- Poseu títol al gràfic i comproveu que teniu les variables ben definides: a l'eix X el temps i a l'eix Y el camp magnètic.

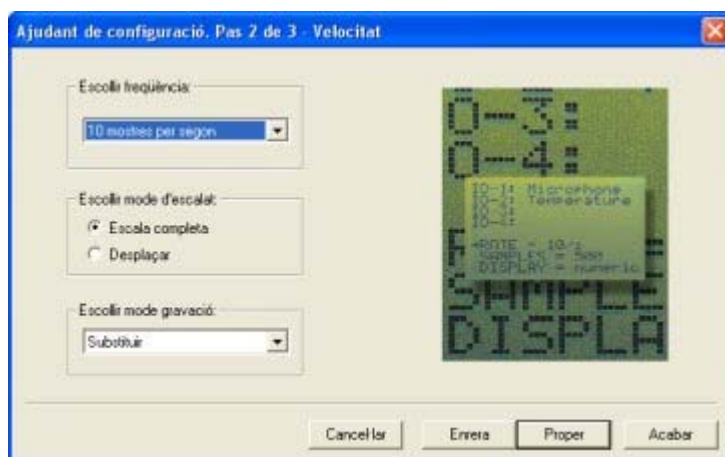


- Seleccioneu la icona **“Configurar ajudant”** o bé aneu a la barra de menú i obriu **“Configurar ajuda / temps continu”**. S'obrirà la pantalla:



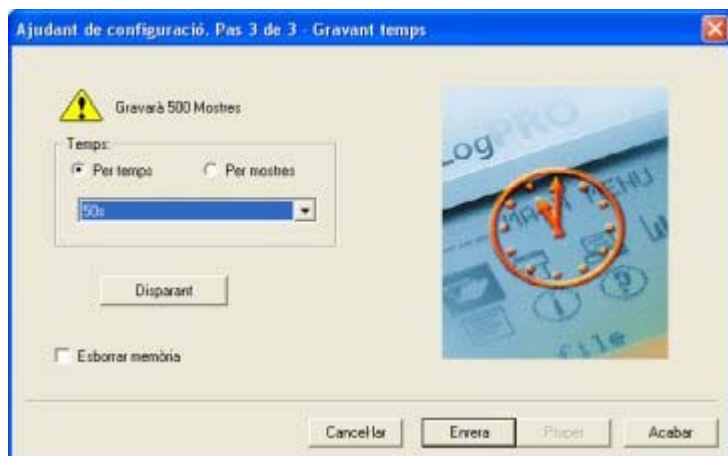
Veureu que l'ordinador detecta a l'entrada 1 el sensor de camp magnètic.

- Premeu **Proper** per obrir la següent finestra.



- Seleccioneu:
 - - Freqüència: **10 mostres per segon**.
 - Mode d'escalat: **escala completa**
 - Mode de gravació: **Substituir**

- Cliqueu **Proper** per passar a la següent finestra.



- Seleccioneu els temps: **50 s** i “clicqueu” **Acabar**

Adquisició i enregistrament de les dades

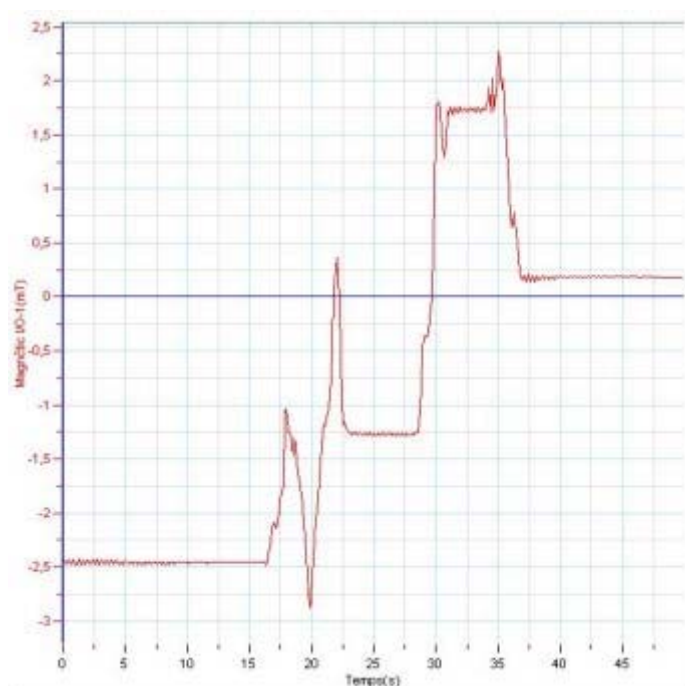
Calibració del sismògraf,

Caldrà, en primer lloc, que calibreu el sismògraf. Això vol dir aconseguir que el gràfic surti el més centrat possible respecte a l'eix horitzontal.

Per fer-ho inicieu la lectura, sense moure el regla, polsant el botó Executar



- A mesura que aneu obtenint el gràfic, moveu lleugerament el teslàmetre cap amunt o cap avall, segons convingui, fins que el gràfic surti el més a prop possible de l'eix horitzontal (tal i com veiem a la següent figura)
- Després de 50 s obtindreu un gràfic com el següent:



- Podeu observar que al final, el gràfic s'apropa al valor de 0.

Estudi d'un impacte horitzontal

En aquest cas estudiareu les ones produïdes al xocar una cadira de rodes contra la taula on està el sismògraf. Mantindreu els mateixos paràmetres que en el cas anterior.

- **Predicció i formulació de hipòtesis.**
 - Abans hauríeu d'emetre alguna hipòtesi de què succeirà i per què.



- Per iniciar la lectura, polseu el botó Executar
- Empenyeu una cadira de rodes contra la taula i observeu el resultat.
- Després de 50 s obtindreu un gràfic. Guardeu-lo, anoteu el número de l'experiència i les condicions en que s'ha realitzat.
- Repetiu la mateixa experiència dues vegades més. Guardeu i anoteu les dades (arxiu on es guarda l'experiència, condicions de cada experiment, ...)
- Posteriorment, estudeu i comproveu si les vostres hipòtesis són certes.

Estudi d'un impacte vertical

En aquest segon cas estudiareu les ones produïdes al colpejar, verticalment, la taula amb una maça . Seguireu els mateixos passos que en el cas anterior.

- **Predicció i formulació de hipòtesis.**
 - Abans hauríeu d'emetre alguna hipòtesi de què succeirà i per què.
 - Podeu emetre hipòtesis comparatives amb l'experiment anterior



- Per iniciar la lectura, polseu el botó Executar
- Doneu un sol cop amb la maça damunt la taula (no cal que sigui molt fort) i observarem el resultat.
- Després de 50 s obtindreu un gràfic. Guardeu-lo, anoteu el número de l'experiència i les condicions en que s'ha realitzat.
- Repetiu la mateixa experiència dues vegades més. Guardeu i anoteu les dades.
- Posteriorment, estudeu i comproveu si les vostres hipòtesis són certes.

Procediment 2: sismògraf horitzontal

Muntatge de l'experiència:



Fig. 5: Model de sismògraf horitzontal

- En aquest cas el muntatge és similar al del “sismògraf vertical”. L'única diferència que cal fer és col·locar el regla amb el seu pla perpendicular a la superfície de la taula, de tal manera que el regla vibri d'un costat a l'altre (veure fig. 5).

Execució de l'experiència:

Realitzareu l'experiència seguint els mateixos passos que en el “sismògraf

horitzontal”.

1. Configureu el sistema a 10 mostres per segon durant 50 segons.
2. Realitzeu un primer enregistrament per calibrar el sismògraf.
3. Emeteu hipòtesis i realitzeu l'estudi d'un impacte horitzontal (cadira).
4. Emeteu hipòtesis i realitzeu l'estudi d'un impacte vertical (maça).

Procediment 3: sismògraf horitzontal i vertical

Muntatge de l'experiència:

Cal que realitzeu els dos muntatges a l'hora. Això requerirà dos regles, dos imants i dos teslàmetres. Realitzeu vosaltres mateixos el muntatge que creieu més convenient.

Seria ideal realitzar l'experiència amb tres teslàmetres per tal de mesurar les vibracions en les tres direccions de l'espai: un sismògraf vertical i dos d'horizontals (un orientat N-S i l'altre amb l'orientació E-W).

Execució de l'experiència:

Realitzareu l'experiència seguint els mateixos passos que en el “sismògrafs” anteriors.

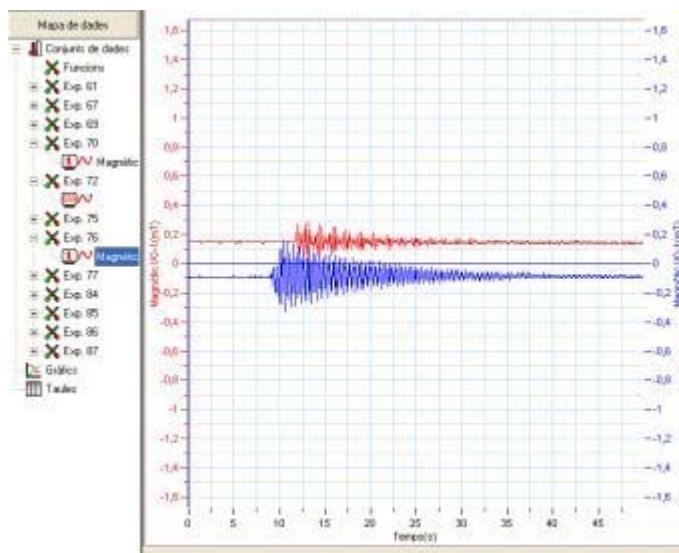
Resultats

Tal i com hem dit anteriorment cal que graveu els resultats de les diferents experiències. Totes elles es poden gravar com un sol projecte en el programa multilab si no variem les dades de la configuració.

Anoteu, en un full a part, les característiques de cada experiència: impacte horitzontal, impacte vertical,

Anàlisi de les dades

Podeu comparar els resultats sobreposant els diferents gràfics obtinguts, procurant, però que estiguin tots a la mateixa escala i estiguin calibrats de la mateixa manera. Per fer-ho cal clicar el número de l'experiment que ens interessa   Exp. 69, tenir activats els gràfics que ens interessin (icona en posició ) i tenir desactivats els gràfics que no ens interessin (icona en posició )



Sempre podeu imprimir els gràfics que considereu més interessants per realitzar la comparació sense l'ordinador.

Qüestionari

A partir dels gràfics obtinguts, contesteu les següent preguntes:

1. Quin dels dos sismògrafs és més eficient, l'horitzontal o el vertical?
2. Quin dels dos impactes es nota més, l'horitzontal o el vertical?
3. Podeu dir que el nostre model de sismògraf registra les oscil·lacions del sòl?
4. Es compleixen les hipòtesis que heu anat formulant al llarg de les diferents experiències?
5. Busqueu informació sobre les "ones superficials" (ones Rayleigh i ones Love). Creieu que en els nostres experiments s'han donat ones similars a aquestes? Per què?
6. Busqueu l'esquema d'algun sismograma real. Quines diferències i semblances té amb els gràfics que hem obtingut nosaltres?

Conclusions

A partir de:

- Les gràfiques obtingudes.
- Les respostes al qüestionari.
- La comprovació de les diferents hipòtesis

Redacteu les conclusions d'aquesta experiència.

Mantenir l'escalfor d'un cos

Guió per al professorat

Objectius, ubicació dins del currículum i nivell d'investigació

Objectius

Objectiu principal

- Estudiar les adaptacions de certs organismes per mantenir la seva temperatura o per refrigerar el seu cos.

Per aconseguir-ho caldrà també:

- Establir models que permetin realitzar aquest estudi.
- Emetre hipòtesis sobre com els éssers vius mantenen la seva temperatura.
- Dissenyar i realitzar experiències.
- Definir un seguit de variables i la seva relació amb la temperatura
- Discutir els dissenys i els resultats.

Ubicació dins del currículum

L'experiència es pot adreçar a:

- Alumnat de 1r de Batxillerat:
 - A l'assignatura de Biologia, dins del bloc d' "Ecologia" hi ha un tema dedicat a "L'estructura d'un Ecosistema". Dins d'aquest tema, hi ha un apartat dedicat a les adaptacions dels organismes a determinats factors abiòtics (com la temperatura, la humitat, ..)
- Alumnat de 2n d'ESO
 - Dins del bloc "La Terra i els organismes", també hi ha un apartat dedicat a "Els organismes i el medi" i a "els elements abiòtics d'un ecosistema".

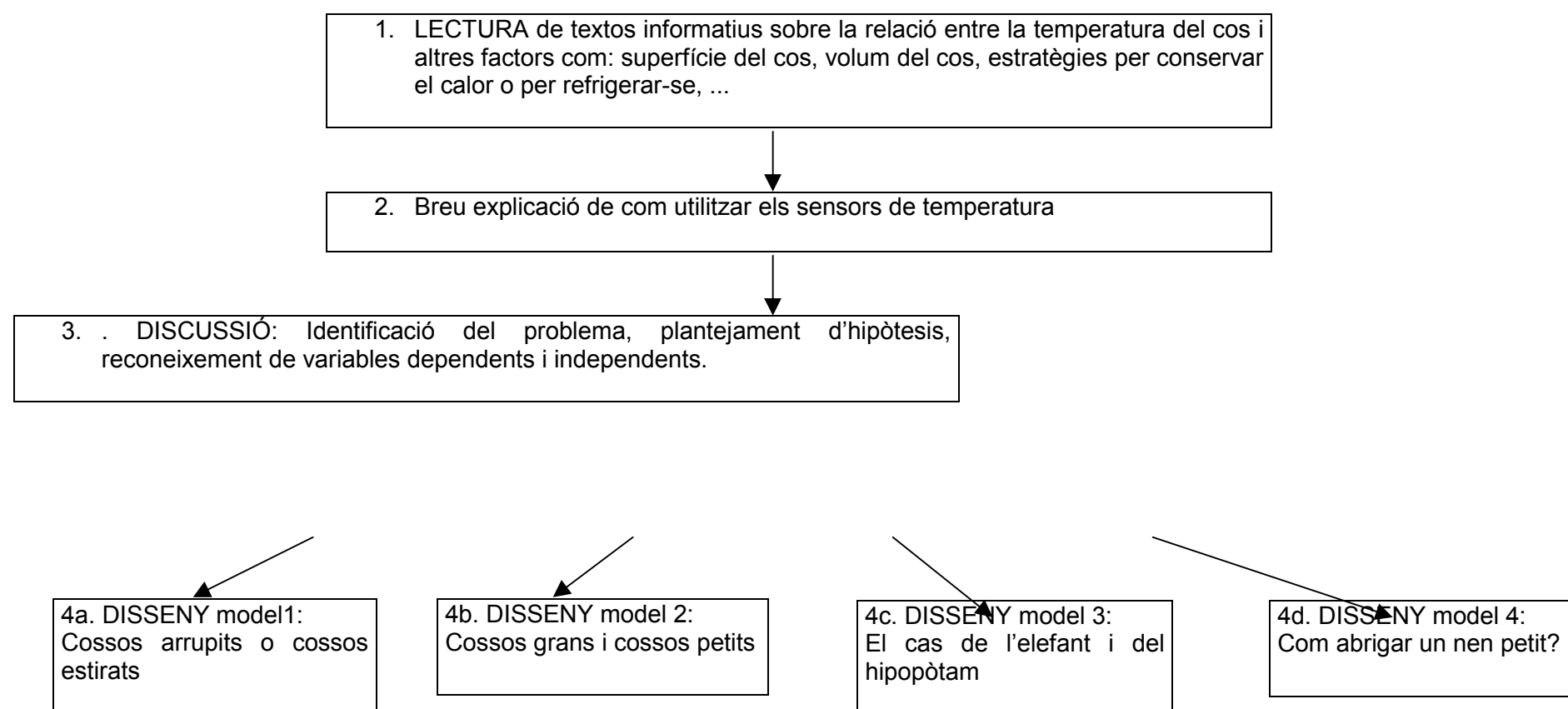
Nivell d'investigació

Per analitzar el nivell d'investigació del treball experimental que realitza el nostre alumnat podem seguir la proposta de Herron (1971) i Tamir (1989). Aquest marc d'anàlisi queda reflectit en la següent taula:

Nivell d'investigació	Qui proporciona...		
	... el problema a investigar?	... el disseny experimental?	... la resposta?
0	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text
1	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
2	El professorat o el llibre de text	L'alumnat	L'alumnat
3	L'alumnat	L'alumnat	L'alumnat

En el cas d'aquesta experiència procurarem assolir els nivells d'investigació 2 i 3

Esquema general de l'experiència





5a. REALITZACIÓ
experiència model 1:
Cossos arrupits o cossos
estirats

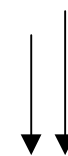
5c. REALITZACIÓ
experiència model 3:
El cas de l'elefant i del
hipopòtam

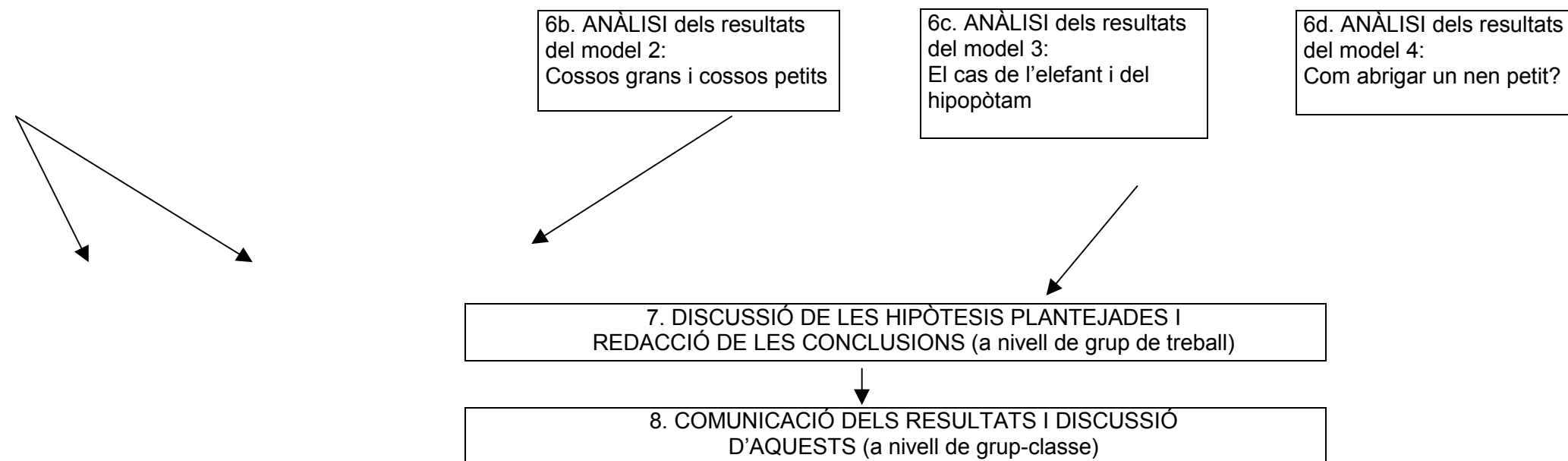
5b. REALITZACIÓ
experiència model 2:
Cossos grans i cossos petits

5d. REALITZACIÓ
EXPERIÈNCIA model 4:
Com abrigar un nen petit?



6a. ANÀLISI dels resultats
del model 1: Cossos
arrupits o cossos estirats





En realitat es tracta de quatre experiències dins d'un mateix estudi. Es pot optar per fer només dos o tres d'aquestes si no hi ha temps.

Es pot dividir el grup-classe en quatre grups de treball. Cadascun d'ells faria un dels quatre dissenys. O, al menys, tres grups per a fer els tres primers. El quart disseny podria ser un petit treball de recerca posterior.

En tots els casos, els guions dels alumnes estan fets pensant en que siguin ells mateixos els que dissenyin l'experiència amb l'ajut del professor/a.

Material i Equipament necessari per a totes les experiències

Equipament de sensors	Altres materials
– 3 o 4 Consoles Multilog – 3 o 4 Connexions USB – 7 a 8 sensors de temperatura	– 21 tubs d'assaig – 1 gradeta – gomes elàstiques – aigua – algun tipus d'aparell per escalfar aigua. – 1 ampolla d'aigua de 1,5 litres – 4 a 5 ampolles d'aigua de 0,33 litres o 0,25 litres – 2 llaunes metàl·liques – 2 plaques de llauna de 10 x 10 cm aproximadament. – 1 embut – diferents tipus de teixits i materials per embolicar les ampolles. – plastilina

Model número 1: Comparació entre un cos arrupit i un cos estirat per mantenir la temperatura.

Proposta de disseny experimental

Es poden simular les situacions d'un cos arrupit o d'un cos estirat amb un grapat de tubs d'assaig plens d'aigua calenta. Podem tenir tres situacions:

1. Cos totalment arrupit:

Amb 7 tubs d'assaig plens d'aigua calenta, agafats amb una goma elàstica, de manera que hi hagi un tub central que estigui envoltat pels altres sis tubs. Prendrem la temperatura del tub central (veure fig.1)

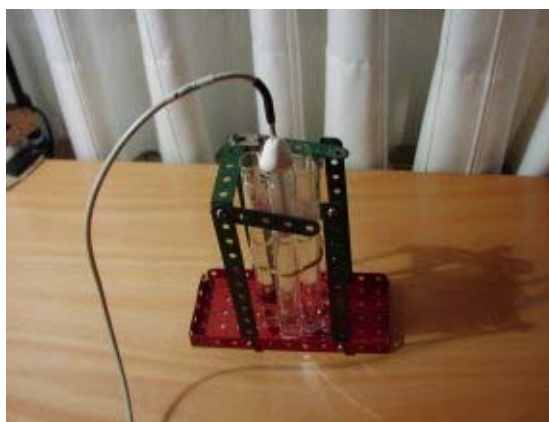


Fig. 1: Model de cos arrupit

2. Cos lleugerament estirat:

Col·locarem els 7 tubs d'assaig en filera, de manera que cadascun toqui al del costat. Prendrem la temperatura del tub central (veure fig. 2)

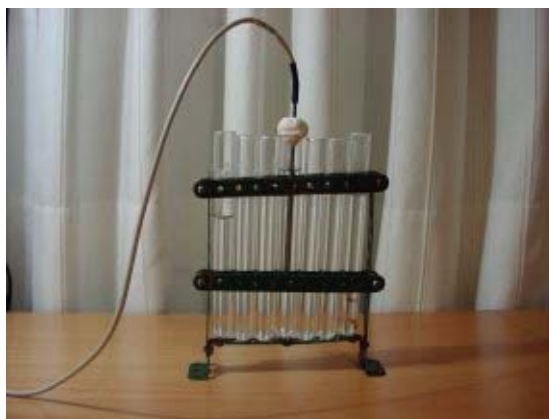


Fig. 2: Model de cos estirat

3. Cos molt estirat:

Col·locarem els 7 tubs d'assaig en una gradeta, repartits aleatòriament, de manera que no es toquin entre ells. Prendrem la temperatura del tub central (veure fig. 3)

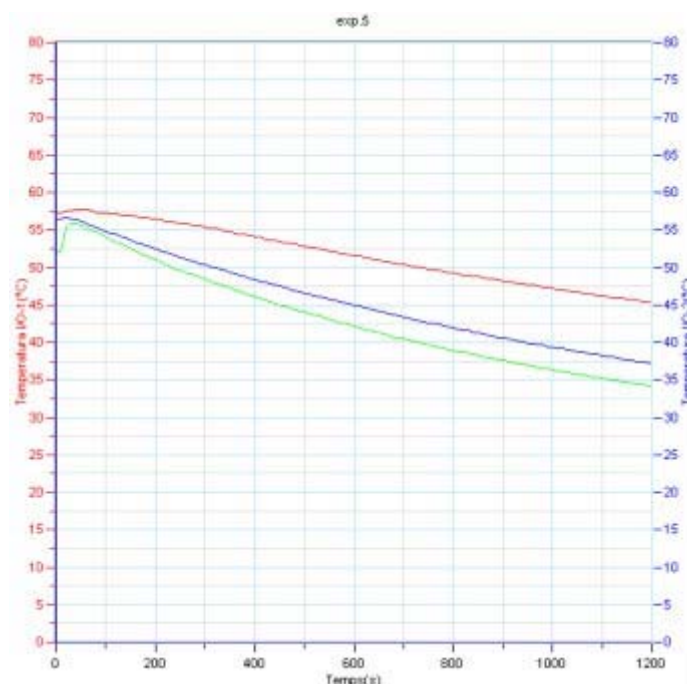


Fig.3: Model de cos molt estirat

Prendrem les tres mesures a la vegada per comparar les diferències. Aconsellem agafar mostres amb una freqüència de 10 segons durant 15 o 20 minuts.

Resultats i conclusions esperats

En les nostres experiències hem obtingut gràfics com el següent:



Podem observar:

- De color vermell, la línia superior, el gràfic de temperatura del model de cos totalment arrupit
- De color blau, la línia mitja, el gràfic de temperatura del model de cos estirat.
- De color verd, la línia inferior, el gràfic de temperatura del model de cos totalment estirat.

Cas d'obtenir gràfics similars a aquest, el nostre alumnat hauria d'arribar a la conclusió que:

- La postura del cos arrupit ajuda a mantenir la temperatura del cos. Tal i com fem a l'hivern quan tenim fred.
- En canvi la postura del cos estirat ajuda a baixar la temperatura del cos. Tal i com fem a l'estiu.

Model número 2: Comparació entre un cos gran i un cos petit per mantenir la temperatura.

Proposta de disseny experimental

Podem simular 2 cossos de diferent tamany amb 2 ampolles de plàstic de diferent tamany plenes d'aigua calenta.

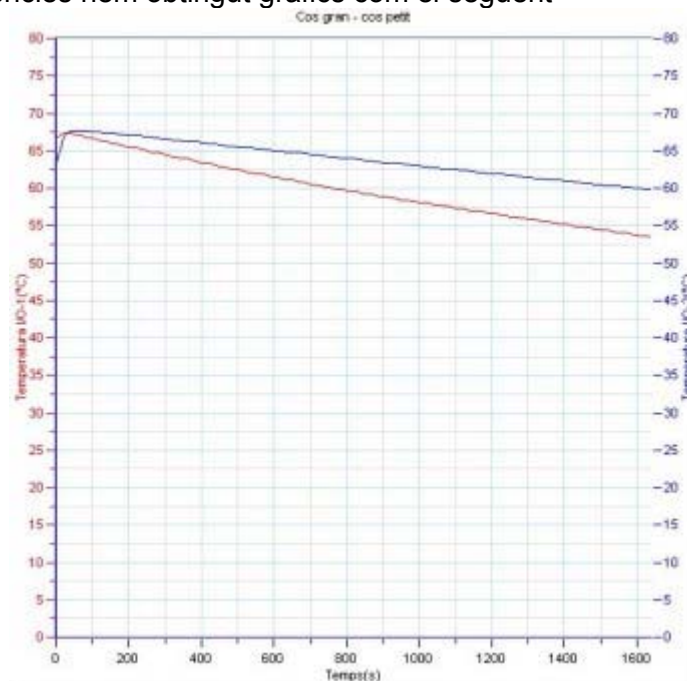
Posarem sensors a cada ampolla i prendrem les dues mesures a la vegada (veure fig.4)



Fig. 4: Model de cos petit, cos mitjà i cos gran

Resultats i conclusions esperats

A les nostres experiències hem obtingut gràfics com el següent



Podem observar:

- de color blau, la línia superior, l'evolució de la temperatura en una ampolla de 1,5 litres
- de color vermell, la línia inferior, l'evolució de la temperatura en una ampolla de 0,33 litres

Com a conclusió l'alumnat hauria de veure que un cos gran conserva millor la temperatura que un cos petit. Es pot fer calcular la relació:

$$\frac{\text{superfície del cos}}{\text{volum del cos}}$$

En els cossos petits aquesta relació és més gran. En els cossos grans aquesta relació és més petita.

Model número 3: El cas de l'elefant i del hipopòtam

Proposta de disseny experimental



Fig. 5: model d'hipopòtam i d'elefant

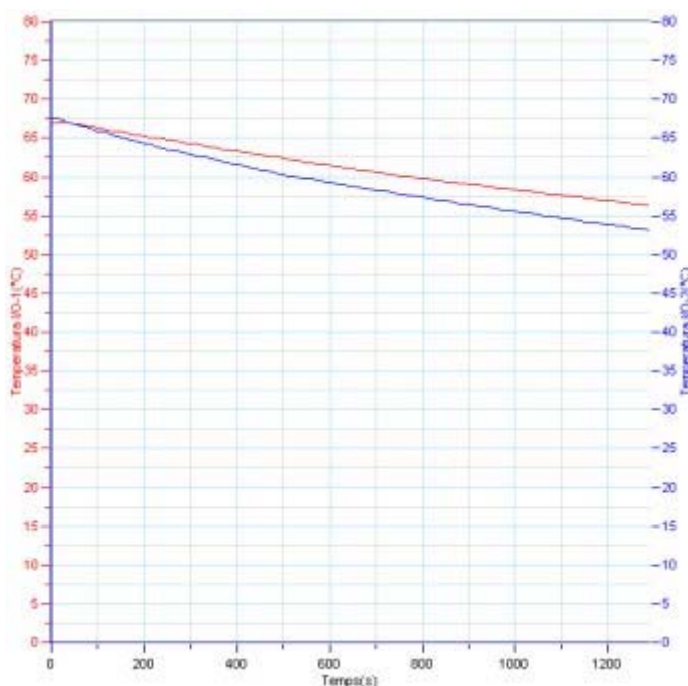
Podem simular dos animals amb el mateix volum amb dues llaunes de begudes (cola, cervesa, ...) plenes d'aigua calenta. A una d'elles hi enganxarem un parell de petites planxes metàl·liques a manera d'orelles, simulant un "elefant" (veure fig. 5).

Posarem sensors a cada llauna i prendrem la temperatura durant 15 a 20 minuts.

Resultats i conclusions esperats

Cal fer notar a l'alumnat que les "orelles" metàl·liques s'escalfen de seguida.

En el nostre cas hem obtingut gràfics com el següent:



Podem observar:

- de color vermell, la línia superior, l'evolució de la temperatura de la llana sense orelles.
- de color blau, la línia inferior, l'evolució de la temperatura de la llana amb "orelles".

En el cas que el nostre alumnat obtingués gràfics com aquests, hauria d'arribar a la conclusió que:

- les prolongacions, com són les orelles o la llengua, permeten baixar la temperatura i refrigerar el cos.
- a l'haver-hi prolongacions com orelles o la llengua augmenta la relació

$$\frac{\text{superfície del cos}}{\text{volum del cos}}$$

Model número 4: Com abrigar un nen petit?

Proposta de disseny experimental

Aquesta experiència es podria plantejar com a petit treball d'investigació després de realitzar les tres primeres experiències.

Fig. 6: models de com abrigar un nen petit

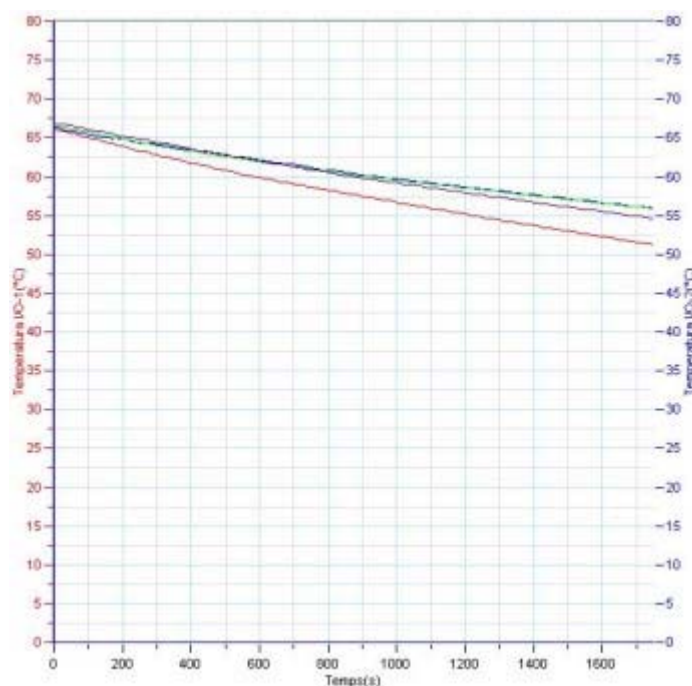
Com hem comprovat en la segona experiència, els nens perden calor amb més facilitat que els adults, per tant, cal abrigar-los millor. El problema que ens plantejem a continuació es quins teixits abriguen més.

En el nostre cas, per comprovar-ho, hem agafat 4 ampelles de plàstic (PET) de 0,33 litres (veure fig. 6). Una d'elles embolicada amb cotó, una altra amb llana, una altra amb polietilè i la darrera, sense embolicar, ens servirà de control. Lògicament, l'alumnat pot proposar i provar d'altres teixits a l'hora de fer la investigació.



Resultats i conclusions esperats

En el nostre cas hem obtingut un gràfic com el següent:



Podem observar:

- de color blau, la línia superior, l'evolució de la temperatura de l'ampolla embolicada amb llana
- de color verd, gairebé sobreposada a la línia anterior, l'evolució de la temperatura de l'ampolla embolicada amb cotó.
- de color morat, lleugerament per sota de les línies anteriors, l'evolució de la temperatura de l'ampolla embolicada amb polietilè.
- de color vermell, la línia inferior, l'evolució de la temperatura de l'ampolla sense embolicar que ens serveix de control.

A partir d'aquests resultats, l'alumnat hauria de treure la conclusió que la llana i el cotó aïllen més que el polietilè i que per mantenir la calor ens cal anar aïllats. Tot i així, l'alumnat segurament es farà noves preguntes com : no hauria d'aïllar més la llana que el cotó? depenen els resultats del nombre de capes del teixit estudiat? ...

Comunicació i discussió dels resultats (amb tot el grup-classe)

L'objectiu d'aquesta darrera part és que l'alumnat comuniqui les seves pròpies experiències a la resta de companys, així com que discuteixi la validesa o no dels models adoptats i de les hipòtesis emeses.

D'aquesta manera acostumem a l'alumnat a exposar en públic les seves pròpies idees i experiències. Cal recordar que sovint, a nivells com el 2n de Batxillerat, els alumnes tenen grans problemes a l'hora d'exposar el Treball de Recerca de Batxillerat.

L'exposició de cada grup hauria d'incloure els següents apartats:

- Quin és el problema a estudiar?
- Quina hipòtesi voleu demostrar?
- Com és el vostre disseny experimental i per què heu optat per aquest disseny?
- Quins resultats heu obtingut?
- A quines conclusions heu arribat?

Altres orientacions didàctiques

Temporització

Depèn molt de les parts que es vulguin fer. Si es vol seguir l'estructura completa que ha al començament d'aquest guió, seria aconsellable:

- ½ hora per la lectura introductòria i la demostració de com funcionen els sensors (treball a nivell de grup-classe)
- ½ hora per a l'identificació del problema, plantejament d'hipòtesis, reconeixement de variables dependents i independents, ... (grup-classe)
- deure per casa: pensar en el disseny experimental (treball individual o en petit grup)
- 20 minuts a ½ hora per a dissenyar l'experimentació (petit grup)
- ½ hora per a la realització de l'experiència: muntatge, recollida de dades i guardar gràfics i taules.
- deure per casa: anàlisi de dades i conclusions (treball individual)
- 20 minuts a ½ hora per redactar les conclusions de cada grup i preparar l'exposició oral (treball en petit grup)
- ½ hora per a la comunicació i discussió de resultats (grup-classe) .

Orientacions metodològiques

Creiem que és convenient que sigui l'alumnat qui dissenyi la pràctica amb l'ajut del professor/a.

És molt important fer reflexionar a l'alumnat sobre la relació superfície-volum dels cossos. Les conclusions finals haurien d'anar referides a aquesta relació. En alguns nivells seria bo que l'alumnat fes els càlculs corresponents a aquesta relació.

Altres propostes de recerca

A partir dels quatre dissenys, l'alumnat podria suggerir altres possibles activitats relacionades amb el tema. Per exemple:

- Del model número 3 (l'elefant i l'hipopòtam)
 - Es pot fer un treball d'investigació amb orelles de diferent superfície
- Del model número 4 (com abrigar un nen) podem proposar a l'alumnat investigar sobre:
 - Com ens hem d'abrigar ? Quins teixits aïllen més? Quantes capes són necessàries? Com s'abriguen els expedicionaris que van a l'Himàlaia?
 - Quins són els millors aïllants tèrmics en els animals? comprovar l'efectivitat de substàncies com el cuir, la llana, les plomes, el greix, ...
- Ens els dos darrers models també es pot estudiar l'efecte del vent, tant sobre les orelles com sobre els diferents teixits aïllants.
- A partir de la lectura del llibre d'en R. Margalef que es cita a la bibliografia, es poden extreure idees per a noves investigacions, tot i que no sigui amb els equips de sensors.

Orientacions tècniques

És difícil aconseguir que els diferents termòmetres marquin la mateixa temperatura inicial. Un parell de consells són:

- Buscar entre tot l'equip de sensors, aquells sensors de temperatura que marquin valors similars.
- No omplir d'aigua calenta cada recipient de cop. Sinó anar repartint l'aigua poc a poc, simultàniament a tots els recipients, fins arribar a omplir-los tots, per tal que la temperatura sigui la mateixa.

Cal evitar que els sensors toquin les parets dels recipients. Un sistema per solucionar-ho és utilitzar plastilina per fixar la seva situació. Així també podrem tancar forats per on es perdi escalfor.

En la primera experiència ("comparació entre un cos arrupit i un cos estirat") hem utilitzat una estructura de "Meccano" per mantenir els tubs d'assaig rectes. Es poden idear altres mètodes. Sempre pot ser bona la col·laboració del departament de Tecnologia.

En la segona experiència ("comparació entre un cos gran i un cos petit"), hem provat també d'utilitzar tres recipients: un de 1,5 litres, un de 0,5 litres i un de 0,33 litres. En els resultats obtinguts no hi ha diferències significatives entre l'ampolla de 0,33 i la 0,5. Per tant aconsellem d'utilitzar només dos recipients de volums clarament diferenciats.



Compte amb l'aigua calenta. Seria convenient que no superés els 60°C. Tampoc cal escalfar molta aigua, com a molt dos litres. Poden haver-hi moments perillosos quan s'aboca l'aigua calenta als recipients.

Criteris d'avaluació

Haurien de tenir en compte totes les fases de l'experimentació. així podríem valorar:

- La participació en la discussió del problema, l'emissió d'hipòtesi i el reconeixement de variables.
- Un informe escrit amb la discussió del problema, l'emissió d'hipòtesi, el reconeixement de variables, el disseny de l'experiment, les observacions i les conclusions de l'experiència realitzada per cada grup (ja sigui a nivell individual o en grup).
- La comunicació oral.
- La participació en el debat final.

Bibliografia i "webs"

MARGALEF, R. "Ecologia". Editorial Omega. Barcelona 1982.

De les pàgines 147 a 155, podem trobar:

- la regla de Bergmann que fa referència al tamany dels organismes i la latitud on viuen
- la regla d'Allen que fa referència al tamany relatiu de les porcions del cos que sobresurten de la massa principal i el clima on viuen els organismes
- la ciclomorfosi, que fa referència a la variació del tamany dels organismes d'una successió segons les estacions de l'any.

FROST, R. "Manual de IT aplicat a les Ciències. Adquisició de dades i control". Hackney, 1992.

Mantenir l'escalfor d'un cos

Guió per a l'alumnat

Introducció

Els animals homeotermes, gairebé sempre estan més calents que l'ambient que els envolta. Això vol dir que estan perdent calor constantment. La velocitat a la que perden calor depèn de molts factors com: la temperatura exterior, el vent, el greix que contenen, el seu tamany, la seva postura, ...

Fixa't concretament en els següents casos:

1. Molts animals, segons la temperatura ambiental, s'arrupeixen com una pilota o bé estiren el seu cos. Nosaltres mateixos, segons les circumstàncies, també ens arrupim dins del llit o, en canvi, ens agrada estirar els braços i les cames tant com podem.
 - Quina d'aquestes estratègies seguim quan fa fred? I quan fa calor? Per què creus que ho fem?
2. Segons el seu tamany, els animals poden perdre més o menys calor. Sembla ser que això té que veure amb la relació entre superfície corporal per unitat de volum. Aquest fet també passa entre adults i infants.
 - Quins animals creus que perden calor amb més facilitat, els animals grans o els animals petits? Com creus que varia la relació entre la superfície corporal i el seu volum?
3. En determinades èpoques de l'any i en determinats climes, alguns animals utilitzen prolongacions del seu cos per regular la seva temperatura. Les orelles i la llengua suposen un augment de superfície que serveix per a aquesta regulació.
 - Per a que creus que els elefants utilitzen les seves orelles? Quina finalitat té que animals com el gos treguin la llengua?. Dins del grup de les guineus es coneixen diferents espècies: les que viuen al desert tenen llargues orelles, mentre que les que viuen en zones fredes tenen les orelles molt més curtes. A què responen aquestes estratègies?.
4. Els nens petits es constipen amb molta més facilitat que els individus grans. Per això cal abrigar-los més que a les persones adultes, tot i que determinats teixits abriguen més que altres. Quins teixits i substàncies creus que abriguen més? Quines estratègies utilitzen els diferents animals per abrigar-se?

A continuació realitzareu un seguit d'experiències en les que haureu de demostrar els quatre casos anteriors amb la construcció de models. Els models estaran constituïts per recipients de vidre, metall, plàstic, ... que omplerts d'aigua calenta simularan el funcionament d'un cos respecte a la seva pròpia temperatura. Així, amb l'ajut del nostre equip de sensors, podrem estudiar si aquests "cossos" perden temperatura i amb quina velocitat.

Per captar les dades cal que segueix el procediment que hi ha a continuació. El professor us posarà un exemple senzill de com es fa.

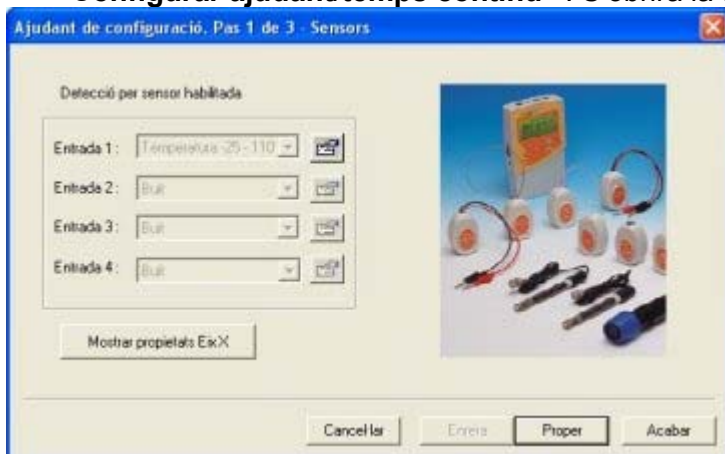
Procediment per configurar la captació, enregistrar i guardar les dades

Adquisició i enregistrament de les dades

Per tal de registrar, informàticament, la temperatura d'un cos i les seves oscil·lacions podeu seguir el següent protocol:

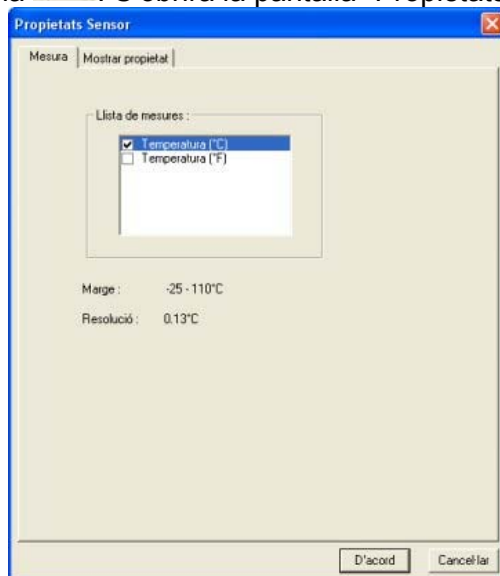
1a part: Configurar la captació de dades

1. Connecteu la consola "Multilog" a l'ordinador amb el cable USB.
2. Connecteu el(s) sensor(s) de temperatura a la consola començant per l'entrada I/O-1
3. Premeu el botó  de la consola.
4. Obriu el programa "Multilab" a l'ordinador prement la icona  **"Multilab"**
5. Seleccioneu la icona  **"Configurar ajudant"** o bé aneu a la barra de menús i obriu **"Configurar ajudant/temps continu"**. S'obrirà la següent pantalla:



Podem comprovar que l'ordinador detecta a l'entrada 1 el sensor de temperatura. Si hagués més d'un sensor els detectaria a les entrades següents.

6. Premeu sobre la icona . S'obrirà la pantalla "Propietats del sensor".



7. Premeu sobre l'etiqueta **“Mostrar propietat”**. S'obre la pantalla **“Propietats Sensor”**:

En aquesta finestra podem modificar el “traçat”. En algunes experiències pot ser convenient modificar el “Color de la línia”

També podem modificar l'escala,

8. Sobre aquesta mateixa finestra modifiqueu l'escala. Per fer-ho:

Desactiveu l'opció **“Autoescala”** del rectangle “escala”.

Introduïu dins dels requadres aquells valors que considerem convenient; per exemple: mínim 0 i màxim 80. Aquests són els valors mínim i màxim que hi haurà al eix vertical del gràfic que obtinguem. En el nostre cas vol dir temperatures entre 0 i 80 °C.

9. Premeu **“D'acord”**. Tornarà a aparèixer la pantalla:



10. En el cas que hi hagi més d'un sensor de temperatura, repeteix els passos 6 a 9 per a cadascuna de les entrades. Finalment premeu **"Proper"** per passar a la següent finestra.

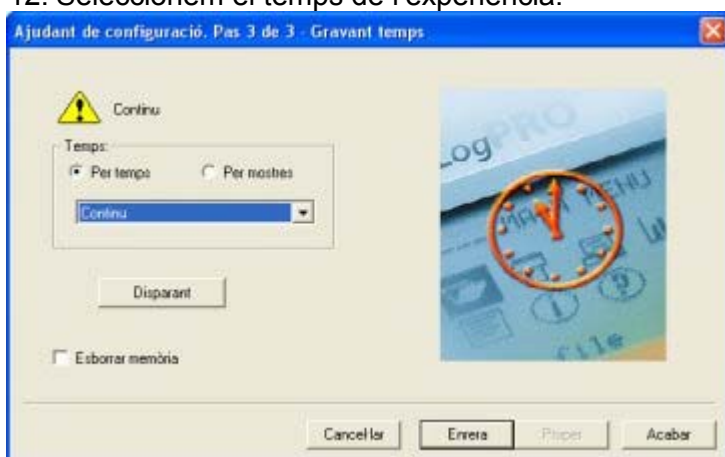
11. Escolliu la freqüència de les mostres



Per exemple cada 10segons.

Premeu **"Proper"** per passar a la següent finestra.

12. Seleccionem el temps de l'experiència:



En el nostre cas escollim l'opció **"per temps"** i **"continu"**.

Finalment premeu **"Acabar"** per finalitzar la configuració

2a part: Realització de l'experiència, adquisició i enregistrament de les dades

1. Escalfeu una determinada quantitat d'aigua fins la temperatura que considereu convenient (aquest pas es pot realitzar mentre es configura la captació)
2. Aboqueu l'aigua en un recipient adequat.
3. Introduïu el sensor de temperatura dins del recipient. El podem fixar amb plastilina per a que no es mogui.
4. Inicieu l'enregistrament de dades prement el botó **Executar** .

5. Després d'un temps raonable (15 o 20 minuts) premeu el botó **Aturar** .

D'aquesta manera haureu obtingut un gràfic i una taula amb els valors de l'experiència.

3a part: Guardar les dades:

Si els resultats obtinguts són satisfactoris és convenient guardar el gràfic i la taula per si cal discutir els resultats en dies posteriors. Per fer-ho cal:

1. Editar i afegir la taula al projecte
 - a. Premeu la icona **"Editar taula"**  que hi ha sota la taula de dades.
 - b. Poseu nom a la taula i premeu **"D'acord"**.
 - c. Premeu la icona **"Afegir taula al projecte"**  que hi ha sota la taula de dades.
2. Editar i afegir el gràfic al projecte
 - a. Premeu la icona **"Editar gràfic"**  que hi ha sota el gràfic.
 - b. Poseu nom al gràfic (és convenient que sigui el mateix que té la taula corresponent) i premeu **"D'acord"**
 - c. Premeu la icona **"Afegir gràfic al projecte"**  que hi ha sota al gràfic.
3. Guardar l'experiència en una carpeta
 - a. Obriu el menú **"Arxiu"** i trieu l'opció **"Guardar com a ..."**. O premeu directament a la icona **"Guardar"** .
 - b. Escolliu la carpeta on guardar l'experiment, doneu nom a l'experiència (pot ser el mateix que té la taula i el gràfic) i premeu **"Guardar"**.

Plantejament del problema i formulació de les possibles hipòtesis prèvies

Tal i com hem dit anteriorment, ara realitzareu un seguit d'experiències en les que haureu de demostrar els quatre casos de la lectura anterior amb la construcció de models. Cada grup es pot encarregar del disseny experimental i la realització d'un dels casos de la lectura.

Abans que comenceu a dissenyar els vostres experiments cal que a cada grup, reflexioneu sobre un seguit de qüestions:

1. Identificació del problema o problemes a investigar

Quin(s) problema(es) s'ha(n) d'investigar?

2. Formulació d'hipòtesis avaluable

Pot formular-se alguna hipòtesi? És possible avançar alguna resposta al problema?

3. Identificació de variables dependents i independents.

Quin factor(s) modificaràs al llarg de cadascun dels experiments? Quina o quines són les variables independents ?

Quin resultat observaràs? Quina és la variable dependent? Com l'observaràs?

Per tant, cal estudiar quina relació hi ha entre el manteniment de la temperatura del cos amb:

- Grup 1: Si aquest cos està arrupit o estirat.
- Grup 2: Si el cos és més gran o més petit
- Grup 3: Si el cos té prolongacions superficials com orelles, llengua, ...
- Grup 4: Si abriguem el cos amb un material o un altre.

Un cop heu respost a aquestes preguntes, comenceu a treballar per grups per tal de dissenyar les vostres pròpies experiències.

Model número 1: Comparació entre un cos arrupit i un cos estirat per mantenir la seva temperatura.

Disseny i muntatge de l'experiència

En el vostre cas es tracta de comprovar si es certa la hipòtesi que heu emès sobre la relació que hi ha entre la temperatura d'un cos arrupit i d'un cos estirat.

Per elaborar el guió, guieu-vos del llistat de material que teniu a continuació.

Elaboreu, per escrit, la planificació de la vostra experiència. Dividiu el procés en diverses etapes i expliqueu què fareu i per què.

Material i Equipament

Equipament de sensors	Altres materials
– Consola Multilog – Connexió USB – 3 sensors de temperatura	– 21 tubs d'assaig – 1 gradeta – gomes elàstiques – aigua – algun tipus d'aparell per escalfar aigua (fogonet, ...). – recipient per escalfar aigua – 1 embut

Predicció de resultats

Abans d'iniciar l'experiència recordeu les vostres hipòtesis. Què creieu que passarà?

Execució de l'experiència

Realitzeu l'experiència tal i com l'heu planificat.



Compte amb l'aigua calenta !!!

Observacions qualitatives i quantitatives

Un cop obtinguts els gràfics i les taules guardeu-los tal i com se us ha ensenyat.

Anàlisi de les dades

1. Han sortit els resultats esperats?
2. Els resultats obtinguts us confirmen la vostra hipòtesi o la rebutgen?
3. Creieu que el mètode que heu utilitzat ha estat correcte?

Conclusions

Escriviu en unes poques frases les conclusions de la vostra experiència

Model número 2: Comparació entre un cos gran i un cos petit per mantenir la seva temperatura.

Disseny i muntatge de l'experiència

En el vostre cas es tracta de comprovar si es certa la hipòtesi que heu emès sobre la relació que hi ha entre la temperatura i el tamany d'un cos.

Per elaborar el guió, guieu-vos del llistat de material que teniu a continuació.

Elaboreu, per escrit, la planificació de la vostra experiència. Dividiu el procés en varies etapes i expliqueu què fareu i per què.

Material i Equipament

Equipament de sensors	Altres materials
– Consola Multilog – Connexió USB – 2 sensors de temperatura	– 1 ampolla de plàstic (PET) de 1,5 litres – 1 ampolla de plàstic de 0,33 litres – aigua – algun tipus d'aparell per escalfar aigua. – un recipient per escalfar 2 litres d'aigua – 1 embut – plastilina

Predicció de resultats

Abans d'iniciar l'experiència recordeu les vostres hipòtesis. Què creieu que passarà?

Execució de l'experiència

Realitzeu l'experiència tal i com l'heu planificat.



Compte amb l'aigua calenta !!!

Observacions qualitatives i quantitatives

Un cop obtinguts els gràfics i les taules guardeu-los tal i com se us ha ensenyat.

Anàlisi de les dades

1. Han sortit els resultats esperats?
2. Els resultats obtinguts us confirmen la vostra hipòtesi o la rebutgen?
3. Creieu que el mètode que heu utilitzat ha estat correcte?

Conclusions

Escriviu en unes poques frases les conclusions de la vostra experiència

Model número 3: El cas de l'elefant i del hipopòtam

Disseny i muntatge de l'experiència

En el vostre cas es tracta de comprovar si es certa la hipòtesi que heu emès sobre la relació que hi ha entre la temperatura d'un cos amb orelles o sense.

Per elaborar el guió, guieu-vos del llistat de material que teniu a continuació.

Elaboreu, per escrit, la planificació de la vostra experiència. Dividiu el procés en diverses etapes i expliqueu què fareu i per què.

Material i Equipament

Equipament de sensors	Altres materials
– Consola Multilog – Connexió USB – 2 sensors de temperatura	– dues llaunes metàl·liques, a una d'elles li haureu d'enganxar unes prolongacions a manera d'orelles – aigua – algun tipus d'aparell per escalfar aigua. – un recipient per escalfar 1 litre d'aigua – 1 embut – plastilina

Predicció de resultats

Abans d'iniciar l'experiència recordeu les vostres hipòtesis. Què creieu que passarà?

Execució de l'experiència

Realitzeu l'experiència tal i com l'heu planificat.



Compte amb l'aigua calenta !!!

Observacions qualitatives i quantitatives

Un cop obtinguts els gràfics i les taules guardeu-los tal i com se us ha ensenyat.

Anàlisi de les dades

1. Han sortit els resultats esperats?
2. Els resultats obtinguts us confirmen la vostra hipòtesi o la rebutgen?
3. Creieu que el mètode que heu utilitzat ha estat correcte?

Conclusions

Escriviu en unes poques frases les conclusions de la vostra experiència

Model número 4: Com abrigar un nen petit?

Disseny i muntatge de l'experiència

En el vostre cas es tracta de comprovar si es certa la hipòtesi que heu emès sobre quins teixits abriguen millor.

Per elaborar el guió, guieu-vos del llistat de material que teniu a continuació.

Tingueu present que alguna ampolla hauria de servir de control.

Elaboreu, per escrit, la planificació de la vostra experiència. Dividiu el procés en varies etapes i expliqueu què fareu i per què.

Material i Equipament

Equipament de sensors	Altres materials
– Consola Multilog – Connexió USB – 4 sensors de temperatura	– 4 ampolles de plàstic de 0,33 litres – trossos de diferents teixits (llana, cotó, polietilè, ...) – gomes elàstiques – aigua – algun tipus d'aparell per escalfar aigua. – algun recipient per escalfar 1,5 litres d'aigua – 1 embut – plastilina

Predicció de resultats

Abans d'iniciar l'experiència recordeu les vostres hipòtesis. Què creieu que passarà?

Execució de l'experiència

Realitzeu l'experiència tal i com l'heu planificat.



Compte amb l'aigua calenta !!!

Observacions qualitatives i quantitatives

Un cop obtinguts els gràfics i les taules guardeu-los tal i com se us ha ensenyat.

Anàlisi de les dades

1. Han sortit els resultats esperats?
2. Els resultats obtinguts us confirmen la vostra hipòtesi o la rebutgen?
3. Creieu que el mètode que heu utilitzat ha estat correcte?

Conclusions

Escriviu en unes poques frases les conclusions de la vostra experiència

Comunicació i discussió dels resultats (amb tot el grup-classe)

A continuació, cada grup exposarà la seva pròpia experiència. Cal, per tant, que us prepareu bé aquesta exposició.

Prèviament, cal que decidiu entre tots, quins apartats ha d'incloure l'exposició de cada grup

Després de l'exposició de cada grup, la resta de grups poden fer preguntes sobre aquesta experiència.

Al final heu d'acordar unes conclusions globals per a totes les experiències

La fermentació del iogurt

Guió per al professorat

Repàs d'alguns conceptes sobre la fermentació i dels processos de fermentació de la llet

- Existeixen diferents tipus de fermentacions. En el nostre cas la que ens interessa és l'anomenada fermentació homolàctica en que el producte final és, exclusivament, l'àcid làctic ($\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$).
- Els microorganismes que produeixen la fermentació homolàctica són els anomenats "bacteris de l'àcid làctic" o "bacteris de la llet". Aquests microorganismes pertanyen als gèneres *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, ...
- En el cas concret de la producció del iogurt els bacteris que intervenen principalment són: *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus bulgaricus*. En la formació d'alguns iogurts i productes similars també s'utilitzen altres bacteris com: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus jugurti*, *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*...
- En els darrers anys, al revisar-se la taxonomia d'alguns grups de bacteris, el bacteris de la llet del gènere *Streptococcus*, han passat a formar un nou gènere: l'anomenat *Lactococcus*.
- El subgènere *Lactobacillus Thermobacterium* inclouria espècies com: *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. jugurti*, ..
- El *Lactococcus lactis* actua preferentment a temperatures properes a 25°C, pot formar àcid làctic a partir de la lactosa.
- El *Lactobacillus bulgaricus* prefereix temperatures properes a 35°C a 40°C i un pH bastant àcid, de 4,5 a 5. En aquestes condicions de pH molts altres bacteris no poden seguir vivint.
- Tots aquests gèneres de bacteris són anaerobis facultatius
- El pH tant àcid que s'assoleix en la formació del iogurt provoca la desnaturalització de les proteïnes de la llet, el que provoca un espessiment del producte final.

Objectius de l'experiència, ubicació dins del currículum i nivell d'investigació

Objectius

Objectiu principal

- Estudiar l'evolució del pH en la formació del iogurt, les seves causes i els seus efectes.
- Entendre el procés de la fermentació làctica i la intervenció dels microorganismes en aquest procés

Per aconseguir-ho demanarem al nostre alumnat:

- Realitzar una experiència seguint les pautes indicades pel llibre o pel professorat
- Aprendre una nova tècnica de laboratori
- Plantejar-se nous problemes a investigar, diferenciant clarament les variables dependents i independents.
- Dissenyar noves experiències per solucionar els problemes plantejats anteriorment.
- Utilitzar correctament els sensors de temperatura i de pH.

Ubicació dins del currículum

L'experiència es pot adreçar a:

- Alumnat de Batxillerat (principalment):
 - A l'assignatura de Biologia, dins del bloc de Metabolisme, hi ha un tema dedicat a diferents tipus de fermentacions, entre elles la fermentació làctica. L'experiència també ens pot servir per tractar el concepte de desnaturalització de proteïnes deguts als canvis de pH i per parlar del metabolisme dels bacteris
- Alumnat de 1r d'ESO:
 - A l'assignatura de Ciències Experimentals hi ha un bloc dedicat als éssers vius i un tema dedicat als Bacteris. Si bé és molt aviat per introduir els conceptes químics de la fermentació làctica, si que es pot introduir el concepte de canvis químics provocats pels microorganismes.

Nivell d'investigació

Per analitzar el nivell d'investigació del treball experimental que realitza el nostre alumnat podem seguir la proposta de Herron (1971) i Tamir (1989). Aquest marc d'anàlisi queda reflectit en la següent taula que nosaltres hem modificat lleugerament:

Nivell d'investigació	Qui proporciona...		
	... el problema a investigar?	... el disseny experimental?	... la resposta?
0	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text
1	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
1,5	El professorat o el llibre de text	Professorat: dona la llista de material Alumnat: planifica l'experiment	L'alumnat
2	El professorat o el llibre de text	L'alumnat	L'alumnat
2,5	L'alumnat	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
3	L'alumnat	L'alumnat	L'alumnat

En el cas d'aquesta experiència el nivell d'investigació de l'alumnat estaria entre el nivell 2,5 i el 3.

Esquema general de l'experiència

La nostra proposta de treball, en aquest cas, consisteix en ensenyar en primer lloc una tècnica de treball a partir d'un "protocol". A continuació, l'alumnat hauria de treure conclusions sobre aquesta experiència, no només sobre els resultats sinó també sobre la metodologia utilitzada.

Posteriorment, cada grup d'alumnes hauria de dissenyar i realitzar noves experiències, escollint noves variables i modificant, si cal, el disseny experimental inicial.

L'esquema a seguir podria ser el següent:

1. LECTURA introductòria sobre la fermentació i breu EXPLICACIÓ sobre la realització de l'experiència.

2. DISCUSSIÓ: Identificació del problema, plantejament d'hipòtesis, reconeixement de variables dependents i independents en el protocol proposat

3. REALITZACIÓ de l'experiència 1 segons el "protocol" proposat pel professorat (la captació de dades pot durar de 12 a 24 hores)

4. RECOLLIDA DE DADES, ANÀLISIS DELS RESULTATS OBTINGUTS, AVALUACIÓ DE LES HIPÒTESIS PLANTEJADES, AVALUACIÓ DE LA METODOLOGIA UTILITZADA, REDACCIÓ DE CONCLUSIONS

5. PLANTEJAMENT DE NOUS PROBLEMES: "Què podem investigar amb aquestes tècniques". Reconeixement de noves variables.

Treball per grups

6a. DISSENY model 1: evolució del pH en funció de la concentració del iogurt.

6b. DISSENY model 2, per exemple: evolució del pH en funció del contingut de greixos de la llet

6c. DISSENY model 3: evolució del pH en funció d'altres variables: tipus de iogurt, marca comercial, temperatura, temps,...

7a. REALITZACIÓ experiència model 1:

7b. REALITZACIÓ experiència model 2:

7c. REALITZACIÓ experiència model 3:

8a. ANÀLISI dels resultats obtinguts

8b. ANÀLISI dels resultats obtinguts

8c. ANÀLISI dels resultats obtinguts

9. AVALUACIÓ DE LES HIPÒTESIS PLANTEJADES I REDACCIÓ DE LES CONCLUSIONS (a nivell de grup de treball)

10. COMUNICACIÓ DELS RESULTATS I DISCUSSIÓ D'AQUESTS (a nivell de grup-classe)

11. RECERCA BIBLIOGRÀFICA per tal de resoldre dubtes i contestar el qüestionari final

Material i Equipament necessari per a tots els models d'experiències

Equipament de sensors

- 1 consola Multilog
- 1 connexió USB
- 2 o 3 sensors de pH
- 1 a 3 sensors de temperatura

"Reactius"

- Diferents tipus de llet
- Diferents tipus de iogurt

Altres materials

- 1 iogurtera
- plàstic "Film" transparent per embolicar (marca Albal, ...)

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> – 1 batedora o similar (aconsellable amb un recipient de treball de 1 litre de capacitat) – 1 programador elèctric – 1 balança amb precisió de grams |
|--|--|

Possibles dissenys experimentals

Disseny segons el protocol proposat a l'alumnat:

El protocol d'aquest disseny està al "Guió per a l'alumnat".

Es tracta, bàsicament, d'observar l'evolució del pH i de la temperatura dins d'una iogurtera. La captació es realitza durant 16 hores i 40 minuts, agafant una mostra cada minut (1000 mostres)

Per controlar el temps de funcionament de la iogurtera s'utilitza un programador elèctric. Aquest té programat el seu funcionament durant unes 9 a 10 hores.

Resultats i conclusions esperats seguint aquest protocol inicial:

Seguint aquest procediment obtenim gràfics com el següent (figura 1):

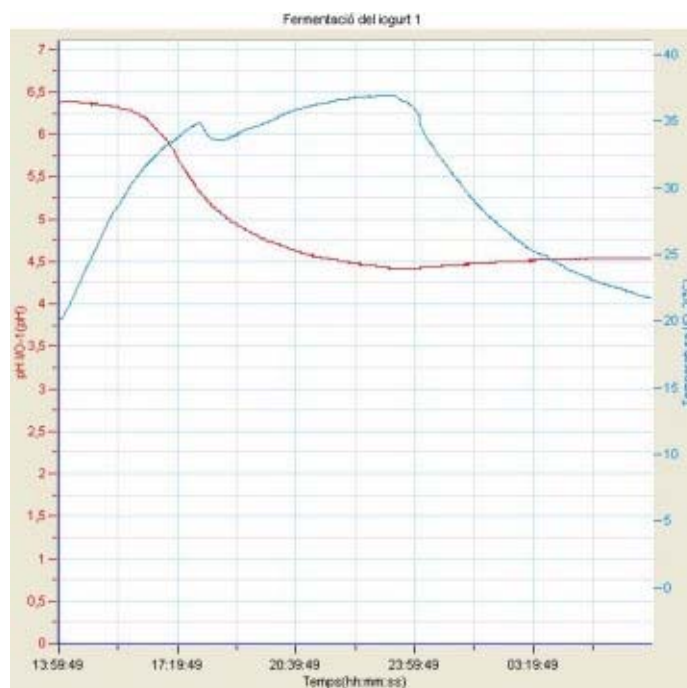


Figura 1: evolució del pH i de la temperatura per l'efecte dels bacteris del iogurt.

Podem observar:

- De color vermell, la línia inferior, l'evolució del pH durant 16 hores i 40 minuts. En aquest cas podem comprovar que el pH baixa des de 6,5 fins a 4,4. Quan la iogurtera deixa de funcionar el pH es recupera lleugerament fins a 4,6
- De color blau, la línia superior, l'evolució de la temperatura del recipient amb iogurt. La temperatura puja fins a valors de 37°C – 38°C. Quan la iogurtera s'apaga, el valor baixa fins a la temperatura ambiental.

Disseny de nous experiments per part de l'alumnat.

Augmentant la complexitat del plantejament de l'experiment 1, podem guiar el nostre alumnat per a que dissenyi nous experiments, utilitzant tècniques semblants. Es tractaria, doncs, de buscar noves variables.

A continuació fem una possible proposta. La pregunta en aquest cas seria:

- Com la proporció de iogurt inicial fa variar el pH del producte final ?

Descrivim detalladament el procediment que hem seguit:

0. A les instruccions del manual de la iogurtera o del protocol de l'alumne ens recomanen barrejar un iogurt (de 125g) amb un litre de llet i després repartir-lo entre els 7 recipients de la iogurtera. Això suposa que a cada recipient hi ha uns 18g del iogurt inicial ($125 : 7 = 18$).



Fig. 2: Disposició dels recipients de vidre i dels sensors a la iogurtera

1. En el nostre cas prepararem els set recipients, seguint tres tipus de proporcions segons la quantitat de iogurt inicial que continguin:
 - a. 3 recipients núm. 1: amb 18 g de iogurt inicial i completem amb llet
 - b. 2 recipients núm. 2: amb 34 g de iogurt inicial i completem amb llet
 - c. 2 recipients núm. 3: amb 65 g de iogurt inicial i completem amb llet (aconsellem de barrejar bé amb una batedora o similar i de numerar els recipients).

2. Col·loquem els set recipients amb el preparat en la iogurtera.
3. Col·loquem un sensor de pH en un recipient de cada tipus. En un d'ells col·loquem també un sensor de temperatura (veure fig. 2)
4. Emboliquem la iogurtera, els recipients i els sensors amb plàstic de cuina (figura 3)



Fig. 3: Disposició final de l'experiència

5. Programem el temps de funcionament de la iogurtera , amb el programador d'ungles, durant 10 hores aproximadament.
6. Programem la captació amb el “multilog” tal i com s'explica al guió de l'alumnat, En el nostre cas programarem una configuració en que es recullin dades cada minut i un total de 1000 registres, o sigui, la captació total serà de 16 hores i 40 minuts.
7. Iniciem la captació prement damunt la icona .
8. Al dia següent recollim les dades. Les transferim al nostre ordinador , les editem i les guardem.

**Compte!**

Un cop transferit el gràfic a l'ordinador, proveu que els eixos d'ordenades estiguin tots a la mateixa escala. Si no és així haureu d'anar a "**propietats del gràfic**", suprimir l'"**autoescalat**" i canviar l'escala als paràmetres que creieu convenients. Per exemple: que tots els pH estiguin entre 0 i 7

Resultats i conclusions esperats en el nou experiment :

En les nostres experiències vam obtenir resultats com els següents (veure fig. 4)

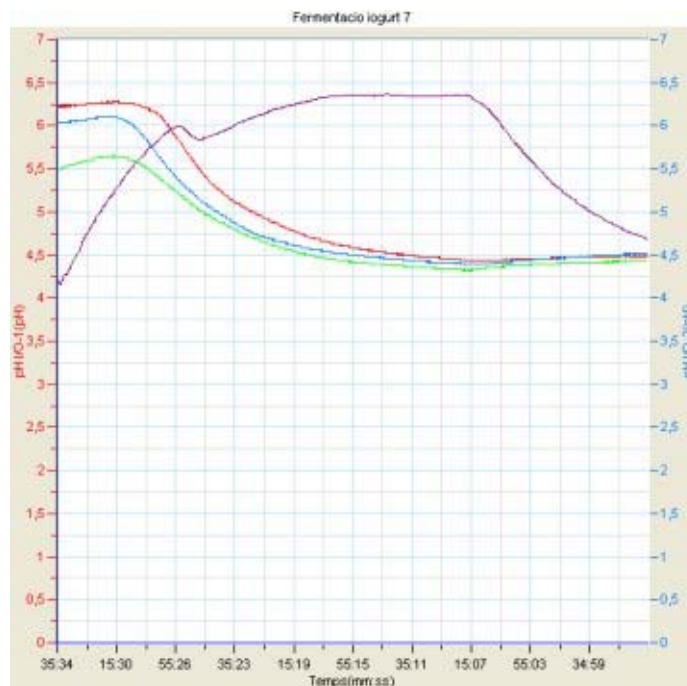


Fig. 4: Evolució del pH en la fermentació de llet amb diferents concentracions de iogurt

Podem observar en ambdós experiments:

- De color morat, la línia superior, lleugerament acampanada, ens indica l'evolució de la temperatura en un dels recipients de la iogurtera.
- Les altres tres línies corresponen a l'evolució del pH segons la concentració inicial de iogurt.
 - La superior, vermella, correspon al recipient amb menys proporció de iogurt
 - La intermitja, blava, correspon al recipient amb una proporció intermitja
 - La inferior, verd, correspon al recipient amb més proporció de iogurt.
- Els pHs inicials, lògicament són diferents segons la proporció inicial de iogurt. Com més iogurt, més àcid és el contingut de la mescla.
- Finalment, els tres recipients assoleixen un valor semblant de pH: 4,5. I es recuperen lleugerament un cop s'apaga la iogurtera.

Altres orientacions didàctiques**Temporització**

- ½ a 1 hora per a la introducció del problema, la posta en marxa de la 1a experiència, discussió de hipòtesis.

- ½ a 1 hora per recollir les dades de la 1a experiència, discutir els resultats obtinguts, dissenyar el segon experiment.
- ½ per muntar el segon experiment i posar la captació en marxa
- 1 hora per recollir les dades de la segona experiència, analitzar-les i treure'n conclusions.

Orientacions metodològiques

És una pràctica agraïda de fer. No té cap complicació experimental ni cap muntatge difícil. Tot el material és fàcil de trobar. Si no es disposa de iogurtera es pot fer servir una estufa de cultius.

La 1a experiència ha de servir per a que l'alumnat s'identifiqui amb la metodologia experimental que cal utilitzar i entengui que succeeix durant tot el procés de fermentació làctica.

El qüestionari 1 ha de servir per fer entendre a l'alumnat el concepte de hipòtesi i el de variables dependents i independents.

El qüestionari 2 ha de servir per aclarir els conceptes referents a la fermentació làctica: microorganismes que intervenen, temperatura adequada, relació entre el pH baix i la formació d'àcid làctic, desnaturalització de proteïnes degudes al pH baix, ...

Després d'aquest segon qüestionari cal ajudar a l'alumnat a dissenyar una segona experiència. En el nostre guió de professor he suggerit variar la quantitat de iogurt inicial, però es pot deixar que l'alumnat proposi alguna altra variable que sigui factible.

El qüestionari 3 ha de servir per repassar l'èxit o no del seu propi disseny experimental i dels seus resultats.

Cal donar importància a la discussió i posta en comú al final de totes les experiències

El "Treball complementari" sobre el qüestionari 4 (qüestionari final) ha de servir per a que l'alumnat compari els diferents processos que s'utilitzen a la indústria alimentària per obtenir iogurts i similars.

Altres propostes de recerca

Es poden fer altres estudis variant:

- El tipus de llet: normal, descremada, semidescremada, ...
- El tipus de iogurt: normal, descremat, ... També es poden provar els iogurts amb altres tipus de bacteris: *Lactobacillus casei* ("Actimel"), "Bifidus activo", iogurt grec, .. buscant prèviament informació sobre ells.
- La temperatura.
- També es podrien estudiar els fenòmens de desnaturalització: quan es produeixen i com aquests processos poden canviar la consistència dels iogurts.
- També es pot fer una recerca sobre els productes derivats de la llet: tipus, microorganismes que intervenen, condicions de pH i temperatura, diferències en la seva obtenció.

Orientacions tècniques

Prèviament a la realització de l'experiència, convé comprovar que tots els sensors de pH marquin valors similars. Per comprovar-ho podem introduir els tres sensors en un recipient amb aigua destil·lada i realitzar una captació breu (d'un minut) i comprovar que totes les connexions estan ben ajustades.



Riscos i gestió dels residus:
No hi ha cap risc important

Criteris d'avaluació

Hauríem de tenir en compte totes les fases de l'experimentació, així podríem valorar alguns dels següents aspectes:

- La capacitat de l'alumnat de seguir les instruccions del protocol, la cura i precisió a l'hora d'utilitzar els estris de laboratori, ...
- La V de Godwin de l'experiència 1
- La participació en la discussió del nou problema, l'emissió d'hipòtesi i el reconeixement de variables.
- Un informe escrit amb la discussió del nou problema, l'emissió d'hipòtesi, el reconeixement de variables, el disseny de l'experiment, les observacions i les conclusions de l'experiència realitzada (ja sigui a nivell individual o en grup).
- La participació en el debat final.
- El treball complementari: qüestionari final.

Bibliografia i "webs"

BROCK, T. "Biología de los microorganismos". Ediciones Omega. Barcelona. 1978

GRAU, R. (1991): "¿Es poden transformar les pràctiques en treballs d'investigació?". Butlletí del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Catalunya núm. 78, pàg. 50-52.

KONEMAN, E.; ALLEN, S.; JANDA, W.; SCHRECKENBERGER, P.; WIN, W. "Diagnóstico microbiológico". Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 1999

STANIER, R.; DOUDOROFF, M.; ADELBERG, E. "Microbiología". Ed. Aguilar. Madrid. 1977.

http://tepidum.udg.es/docencia/microaplicada/Teoria/Complements/Tema_12_MA.ppt

<http://www.danone.es/indexnew.html>

La fermentació del iogurt

Guió per a l'alumnat

Introducció

La fabricació del iogurt és un procés molt antic. En ell intervenen un seguit de bacteris. Concretament el *Streptococcus thermophilus* i el *Lactobacillus bulgaricus*. Aquests bacteris, afavorits per la temperatura, produeixen un seguit de reaccions, transformant la lactosa de la llet en àcid làctic.

Per tal d'estudiar i analitzar aquest procés seguirem el següent pla de treball:

1. Llegirem el protocol de la 1a experiència (apartat 1: captació i enregistrament de dades amb la consola) i contestarem el qüestionari núm. 1
2. Realitzarem la 1a experiència tal i com ens indica el protocol.
3. Recollirem les dades el dia següent, analitzarem els resultats, compararem aquests amb les hipòtesis plantejades anteriorment, revisarem el mètode utilitzat, ...
4. Ens plantejarem nous problemes i dissenyarem un segon experiment amb noves hipòtesis
5. Realitzarem aquest segon experiment
6. Analitzarem els resultats obtinguts en aquest segon experiment i les hipòtesis plantejades.
7. Repassarem tots els processos i completarem els nostres coneixements amb informació bibliogràfica.

Plantejament inicial del problema

Llegeix la primera part de l'apartat següent (Realització de la 1a experiència: captació i enregistrament de dades amb la consola) i contesta el qüestionari següent:

Qüestionari 1:

1. Quin problema investiguem amb aquesta experiència ?
2. Formuleu una hipòtesi dels resultats que obtindreu.
3. Quina és la variable independent ? o sigui, quina variable ambiental modifiquem?
4. Quina o quines són les variable dependents ? o sigui, quina o quines variables observem ? són variables qualitativa o quantitatives?
5. Quins inconvenients creieu que poden sorgir durant la realització de l'experiència ? Hi ha alguna variable que no controlem ?

Realització de la 1a experiència

A continuació teniu la descripció del protocol de la 1a experiència i el material necessari.

Material i equipament

Equipament de sensors – 1 consola Multilog – 1 connexió USB – 1 sensors de pH – 1 sensor de temperatura	“Reactius” – 1 litre de llet – 1 iogurt Altres materials – 1 iogurtera – plàstic “Film” transparent per embolicar (marca Albal, ...) – 1 batedora o similar (aconsellable amb un recipient de treball de 1 litre de capacitat) – 1 programador elèctric – Suports metàl·lics, nous, ...
---	--

1a part: Captació i enregistrament de dades amb la consola

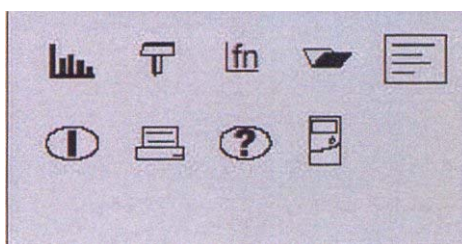


Degut a que hem d'estar moltes hores captant dades (més de 12 hores), realitzarem

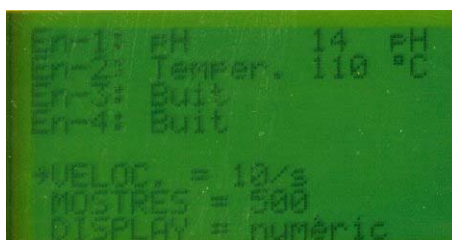
Fig. 5: Iogurtera amb 7 recipients i un sensor de temperatura i un sensor de pH
captacions amb la consola desconnectada de l'ordinador. Després descarregarem les dades al nostre ordinador per a estudiar els resultats obtinguts. Cal seguir els següents passos:

1. Barregeu un litre de llet amb el contingut de un iogurt. Procureu que la mescla sigui homogènia. Podeu utilitzar una batedora o estris de cuina similars

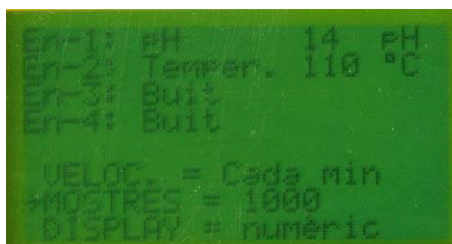
2. Repartiu la mescla obtinguda entre els set recipients de vidre de la iogurtera.
3. Col·loqueu els recipients de vidre plens de la mescla damunt de la iogurtera.
4. En el recipient de vidre del mig introduïu un sensor de temperatura i un sensor de pH. Els aguantarem amb un joc de suports metàl·lics, nous, ...
5. Emboliqueu els recipients de vidre i els sensors amb plàstic de cuina per mantenir la temperatura (vegeu figura núm. 5)
6. Connecteu el sensor de pH a l'entrada I/O-1 i el sensor de temperatura a la entrada I/O-2 de la consola.
7. Poseu en marxa la consola amb el botó . Se us obrirà la pantalla del menú principal:



8. Per a configurar la captació "clicueu" damunt la icona . Se us obrirà la següent pantalla:



9. Aquesta pantalla ens indicaria que estan connectats dos sensors: un de pH i un de temperatura; que s'agafaran 10 mostres cada segon i un total de 500 mostres. Per canviar la configuració podeu fer pujar i baixar la fletxa "→" amb el botó . Per canviar els valors de la velocitat, del nombre de mostres, ... utilitzareu els botons  i . D'aquesta manera programareu una configuració en que es recullin dades cada minut i un total de 1000 registres, o sigui la captació total serà de 16 hores i 40 minuts:



10. Per tornar a la pantalla del menú principal premeu el botó .



Fig. 6: Programador elèctric per programar el temps de funcionament de la iogurtera

11. Connectarem la iogurtera al corrent elèctric. Però per tal de configurar el temps que estigui funcionant utilitzareu un programador elèctric com el de la figura 6. En el nostre cas és convenient programar la iogurtera durant 10 hores.

12. Per iniciar la captació premeu damunt la icona . Se us obrirà una pantalla amb els valors que està registrant, així com el número de la captació. És convenient apuntar aquest número en un paper a part, així com les condicions en que es realitza la captació.

13. La captació finalitzarà automàticament al recollir-se el nombre de mostres que hagueu programat. Si voleu aturar la captació n'hi haurà prou amb prémer el botó .

2a part: Transferència de les dades a l'ordinador

Per passar les dades recollides al nostre ordinador fareu el següent:

1. Connecteu la consola amb el vostre ordinador amb el cable USB. Poseu en marxa la consola amb el botó .
2. Obriu el programa "Multilab" al vostre ordinador.
3. Desplegueu el menú "**Enregistrador**" i seleccioneu "**Descàrrega selectiva**". D'entre els números que apareixen trieu aquell que correspon al número de la captació que heu realitzat. Si la captació que ús interessa és la última, podeu anar directament a la icona



4. A partir d'aquest moment ja podeu analitzar les dades obtingudes

3a part: Editar i guardar

Si les dades obtingudes són satisfactòries convé guardar-les. Per fer-ho seguireu els següents passos:

1. Editar i afegir la taula al projecte

- Premeu la icona **“Editar taula”**  que hi ha sota la taula de dades.
- Poseu nom a la taula i premeu **“D’acord”**.
- Premeu la icona **“Afegir taula al projecte”**  que hi ha sota la taula de dades.

2. Editar i afegir el gràfic al projecte

- Premeu la icona **“Editar gràfic”**  que hi ha sota el gràfic.
- Poseu nom al gràfic (és convenient que sigui el mateix que té la taula corresponent) i premeu **“D’acord”**
- Premeu la icona **“Afegir gràfic al projecte”**  que hi ha sota al gràfic.

3. Guardar l'experiència en una carpeta

- Obriu el menú **“Arxiu”** i trieu l'opció **“Guardar com a ...”**. O premeu directament la icona **“Guardar”** .
- Escolliu la carpeta on guardar l'experiment, doneu nom a l'experiència (pot ser el mateix que té la taula i el gràfic) i premeu **“Guardar”**.

Anàlisi i conclusions de la experiència 1

Observeu atentament els resultats obtinguts, contesteu el qüestionari i arribeu a les vostres pròpies conclusions.

Qüestionari 2

- Es confirmen les hipòtesis que heu plantejat al qüestionari 1?
- A que es deguda la baixada de pH ?
- Per què canvia la consistència de la llet ? Per què es torna més cremosa ?
- Quins organismes han provocat tots aquests canvis?
- Tots aquests organismes actuen a la mateixa temperatura? Què hauria passat si no haguéssiu utilitzat la iogurtera? (potser us caldrà consultar algun llibre especialitzat).
- La tècnica utilitzada ha estat satisfactòria? Hi introduiríeu alguns canvis? Quins?

Conclusions de l'experiència 1

Repasa tot el procés que has seguit i escriu aquest procés i les teves conclusions en una V de Godwin.

Plantejament d'un segon problema i formulació de les possibles hipòtesis prèvies

Partint de l'experiència 1, de les hipòtesis plantejades, dels mètodes utilitzats, dels resultats obtinguts, ... heu de dissenyar una segona experiència al voltant de la fermentació làctica del iogurt.

Per fer-ho us aconsellem que llegiu atentament els següents apartats:

1. Definició del problema a o problemes a investigar

Segurament, després d'analitzar la 1a experiència us heu fet un seguit de preguntes i problemes experimentals com:

- Es pot accelerar el procés de fermentació del iogurt?
- Que passaria si canviéssim la temperatura?
- ...

Feu, en primer lloc, un llistat de preguntes que us heu fet. A continuació trieu-ne una i comenceu a respondre:

Quin problema volem investigar? Quin material necessitem? Podem plantejar diferents models d'experiments per respondre a la pregunta que ens hem fet?

2. Formulació d'hipòtesis avaluable

Formuleu una hipòtesi o resposta al problema triat que pugueu contrastar amb l'experiment que dissenyeu

3. Identificació de variables dependents i independents.

Quina és la variable independent? Quina variable ambiental modifiquem? Poden haver altres variables?

Quina o quines són les variables dependents? Quina o quines magnituds observem? Són les mateixes variables que observàvem amb el disseny de la 1a experiència? Són variables qualitatives o quantitatives?

Disseny i muntatge de l'experiència

Planifiqueu per escrit el procediment que seguireu. Dividiu el procediment en etapes explicant què fareu en cadascuna i per què.

Consulteu al vostre professor/a sobre aquest procediment

Execució de l'experiència

Realitzeu l'experiència tal i com l'heu planificat. Un cop finalitzada exporteu les dades obtingudes al vostre ordinador de treball. Guardeu els gràfics i les taules obtingudes



Riscos i gestió dels residus:

No s'ha de mirar directament la llum emesa per les bombetes IR

Anàlisi de les dades

Analitzeu i valoreu les taules i gràfics obtinguts.

**Compte!**

Comproveu que els eixos d'ordenades del pH estiguin tots a la mateixa escala. Si no és així haureu d'anar a "**propietats del gràfic**", suprimir l'"**autoescalat**" i canviar l'escala als paràmetres que creieu convenients

Qüestionari 3

1. Han sortit els resultats esperats?
2. Els resultats obtinguts us confirmen la vostra hipòtesi o la rebutgen?
3. Creieu que el mètode que heu utilitzat ha estat correcte? Introduiríeu algunes variacions?
4. Si heu optat per diferents models experimental, s'observem grans diferències entre els resultats d'aquests diferents models d'experiments?

Si cal redissenyeu l'experiència i realitzeu-la de nou.

Discussió dels resultats i conclusions (amb tot el grup-classe)

Feu una posta en comú dels resultats obtinguts en aquesta segona experiència

Treball complementari: qüestionari 4 (qüestionari final)

1. Busca informació sobre la fabricació dels productes lactis següents:
 - a. iogurts naturals
 - b. iogurt amb "bifidus activo"
 - c. petit suisse
 - d. Kefir o iogurt grec
 - e. Actimel
 - f. Postres lactis = iogurts pasteuritzats
2. Compara a continuació les seves diferències en quan:
 - a. microorganismes que intervenen
 - b. temperatura a la que té lloc la fermentació
 - c. pH final del producte
 - d. Estat final del producte (líquid, sòlid, gelatinós, ...)
 - e. facilitat o dificultat de conservació del producte final
 - f. Altres punts que consideris interessants.
3. Creus que podries fabricar algun d'aquests productes? Com?

Fotosíntesi

Guió per al professorat

Objectius, ubicació dins del currículum i nivell d'investigació

Objectius

Objectiu principal

- Estudiar l'evolució de la concentració d'oxigen en funció de la llum en diferents tipus de plantes.
- Entendre el procés de la fotosíntesi i la intervenció de la llum en aquest procés

Per aconseguir-ho demanarem al nostre alumnat:

- Aprendre a utilitzar un oxímetre
- Plantejar-se diferents problemes a investigar, diferenciant clarament les variables dependents i independents.
- Dissenyar noves experiències per solucionar els problemes plantejats anteriorment.
- Utilitzar correctament el sensor de llum.

Ubicació dins del currículum

L'experiència es pot adreçar a:

- Alumnat de Batxillerat (principalment):
 - A l'assignatura de Biologia, dins del bloc de Metabolisme, hi ha un tema dedicat a la fotosíntesi.
- Alumnat de 2n d'ESO:
 - A l'assignatura de Ciències Experimentals hi ha un tema dedicat a la fotosíntesi. Si bé és molt aviat per introduir els conceptes químics de la fotosíntesi, si que es pot introduir el concepte de canvis químics que tenen lloc en aquesta reacció.

Nivell d'investigació

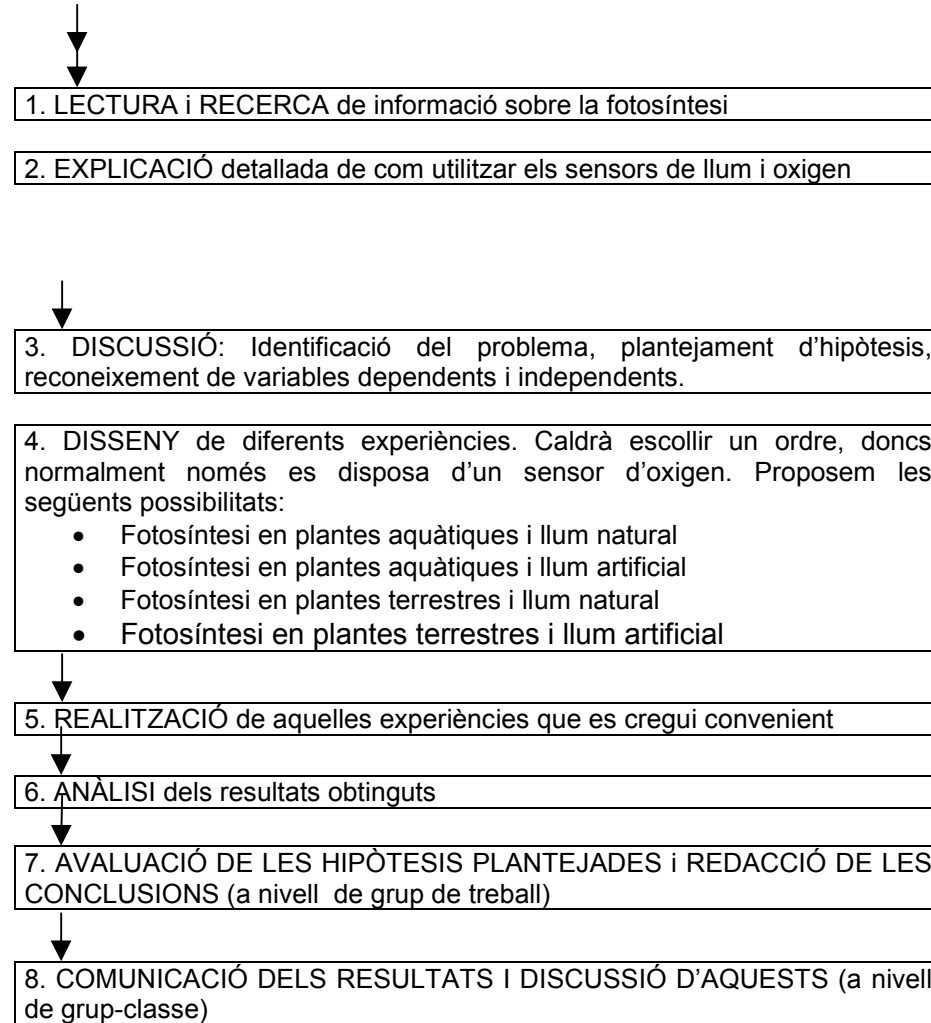
Per analitzar el nivell d'investigació del treball experimental que realitza el nostre alumnat podem seguir la proposta de Herron (1971) i Tamir (1989). Aquest marc d'anàlisi queda reflectit en la següent taula que nosaltres hem modificat lleugerament:

Nivell d'investigació	Qui proporciona...		
	... el problema a investigar?	... el disseny experimental?	... la resposta?
0	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text
1	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
1,5	El professorat o el llibre de text	Professorat: dóna la llista de material Alumnat: planifica l'experiment	L'alumnat
2	El professorat o el llibre de text	L'alumnat	L'alumnat

2,5	L'alumnat	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
3	L'alumnat	L'alumnat	L'alumnat

En el cas d'aquesta experiència el nivell d'investigació de l'alumnat estaria entre el nivell 1,5 i el 2,5.

Esquema general de l'experiència



Material i Equipament

Equipament de sensors – 1 consola Multilog – 1 connexió USB – 1 sensors d'oxigen amb tots els seus accessoris – 1 sensor de llum de 0 a 130 klux	Altres materials – 1 planta aquàtica: <i>Elodea</i>, ... – 1 planta terrestre: <i>Scindapsus</i> (poto) ... – 1 pot de vidre de 2 litres aproximadament – jocs de vares metàl·liques, suports, nous, subjectadors... per realitzar el muntatge – bosses de plàstic grans – 1 focus de llum potent (va molt bé un projector de diapositives)
--	--

Possibles dissenys experimentals

Es poden suggerir diferents dissenys en aquest apartat en el cas que l'alumnat sigui qui hagi de dissenyar l'experiment. (nivell d'investigació 2 i 3). Les següents propostes poden servir per a que el professor/a pugui guiar millor la recerca de l'alumnat.

En el nostre cas proposem tres dissenys experimentals:

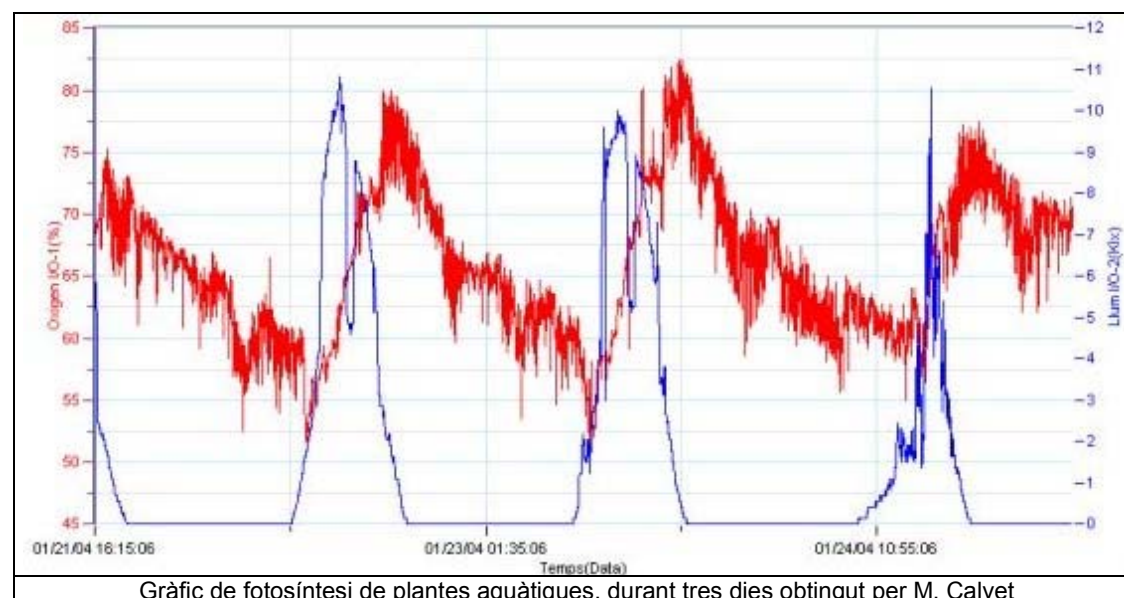
1. Fotosíntesi amb plantes aquàtiques:
 - a. Amb llum solar, realitzant la captació durant tres o més dies.
 - b. Amb llum artificial, realitzant la captació durant 4 o 5 hores.
2. Fotosíntesi en plantes terrestres:
 - a. Amb llum solar, realitzant la captació durant tres o més dies.

La proposta de realitzar la fotosíntesi amb plantes terrestres, amb llum artificial o natural durant 4 o 5 hores no ens ha donat resultats satisfactoris.

1a. Fotosíntesi amb plantes aquàtiques i llum solar.

Es pot trobar la descripció i els resultats d'aquesta experiència en el curs telemàtic preparat per M. Calvet i X. Juan. L'adreça electrònica provisional és : <http://www.xtec.es/~fie00267/d121m5b/d121m5bp3.htm>.

S'obtenen gràfics com el següent:



Els resultats són els esperats. La resposta fotosintètica s'inicia amb l'augment de la llum i es manté un temps quan aquesta disminueix. Al no haver-hi llum deixa d'haver fotosíntesi i la respiració produeix la disminució en la concentració d'oxigen.

1b. Fotosíntesi amb plantes aquàtiques i llum artificial.

Disseny de l'experiència.



Fig. 1: Fotosíntesi d'una planta aquàtica amb llum artificial

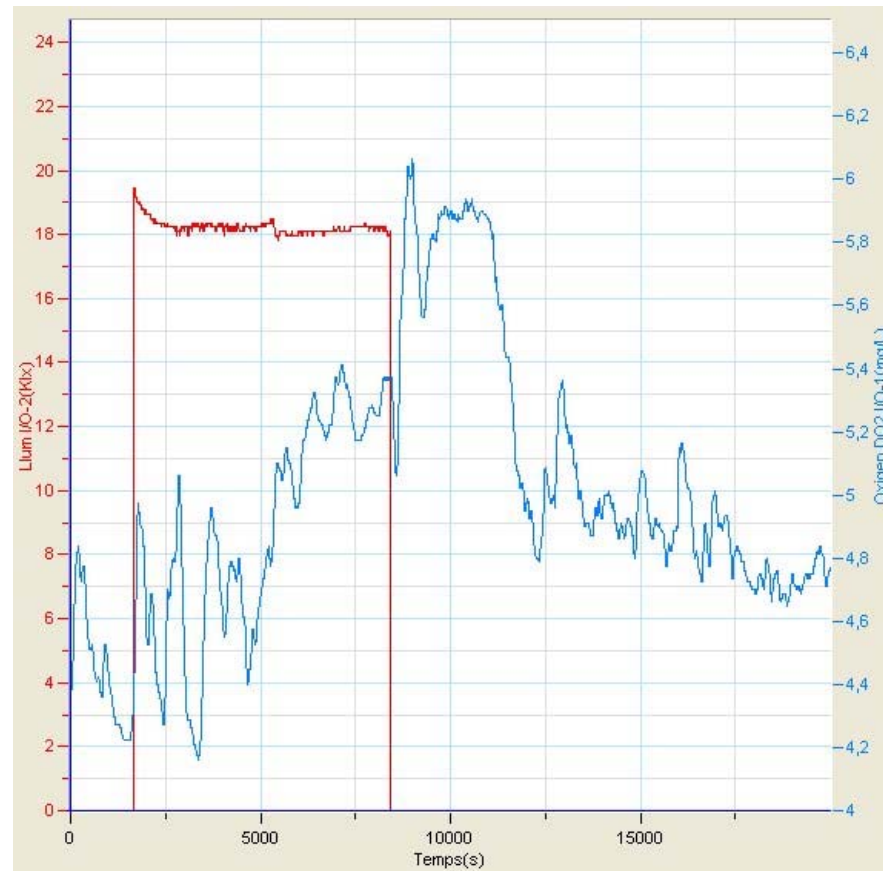
1. Realitzem un muntatge com el de la fotografia (figura 1). Aquest muntatge consta d'un recipient de vidre amb aigua i una planta aquàtica al seu interior. Dins de l'aigua col·loquem el sensor d'oxigen, subjectat amb un sistema de vares, nous, ... Darrera del recipient de vidre col·loquem el sensor de llum. Davant del recipient de vidre, a uns 40 cm situem el focus de llum. En aquest cas hem col·locat un projector de diapositives

de 150 W amb lents que concentren la llum.

2. Programem una captació de 2000 mostres, amb una freqüència de 1 mostra cada 10 segons. Això suposa un temps total de 20.000 segons.
3. Iniciem la captació de mostres sense encendre la llum del projector.
4. Encenem el projector després de 2000 segons d'iniciar la captació
5. Després de 4000 segons tornem a apagar el projector.
6. Deixem que acabi la captació.

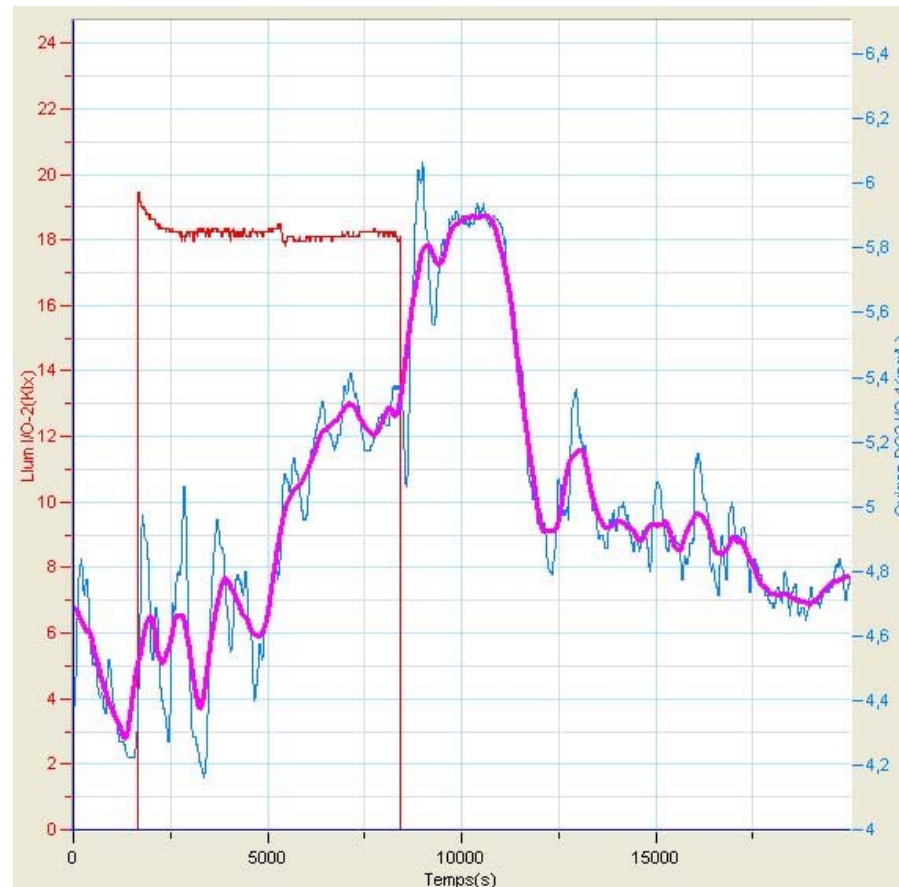
Resultats obtinguts

Els resultats obtinguts es veu en el següent gràfic.



Notem en primer lloc que el sensor d'oxigen té grans oscil·lacions. Això pot ser degut a problemes amb la membrana o amb el líquid que s'introdueix a l'interior de l'oxímetre. De totes maneres sí podem observar que un cop encenem la llum hi ha una tendència a augmentar la concentració d'oxigen dissolt. quan s'apaga la llum, la concentració d'oxigen dissolt disminueix.

Si volem millorar el gràfic de la concentració d'oxigen podem prémer varies vegades sobre la icona  "suavitzar gràfic". Obtindrem d'aquesta manera un gràfic com el següent:



2a. Fotosíntesi en plantes terrestres i llum solar.

Muntatge de l'experiència.



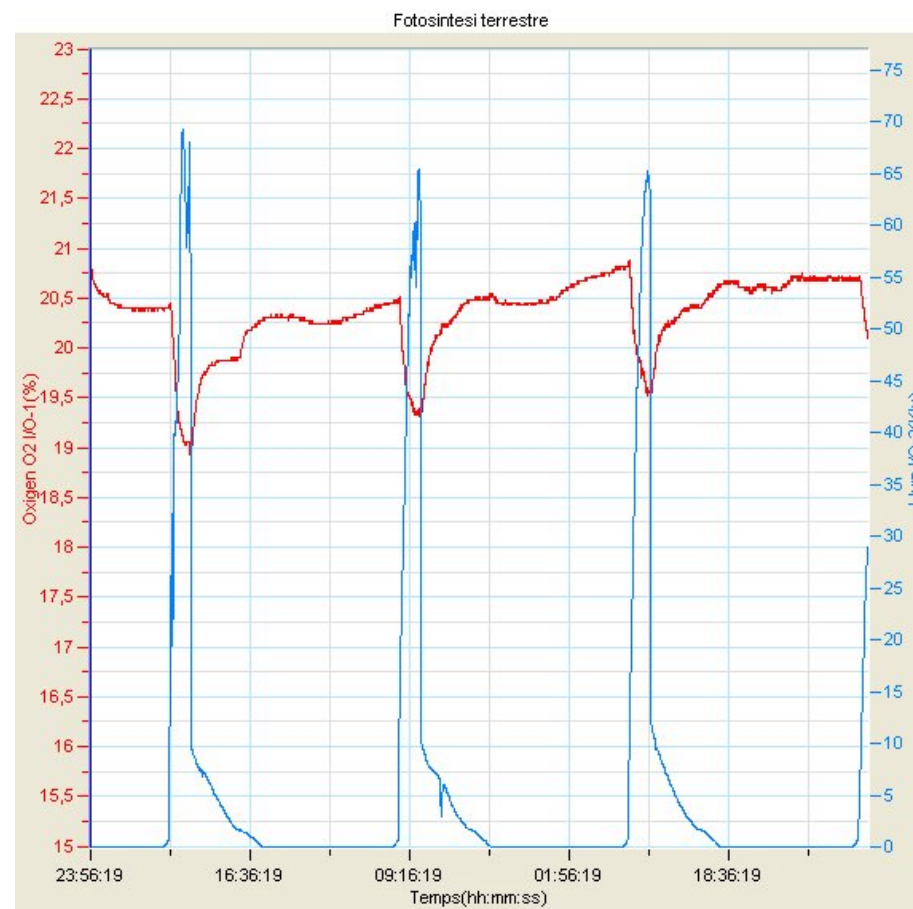
Fig. 2: Fotosíntesi de una planta terrestre

1. Realitzem un muntatge com el de la fotografia (figura 2). Es tracta de col·locar un "poto" (*Scindapsus aureum*) dins d'una bossa de plàstic. A l'interior de la bossa col·loquem també l'oxímetre i el sensor de llum, aquest encarat cap a l'exterior. Tanquem la bossa hermèticament. Tot el muntatge està dins d'una habitació al costat d'un gran finestral encarat cap a l'Est.

2. Realitzem una captació de 5000 mostres amb una freqüència d'una mostra cada minut. Això suposa que la captació durarà, aproximadament uns tres dies i mig.

Resultats obtinguts

Al següent gràfic podem observar un dels possibles resultats:



Podem observar:

- De sortida veiem que la concentració d'oxigen (de color vermell) i la intensitat de llum (de color blau) segueixen els ritmes diaris tal i com era d'esperar.
- La quantitat de llum és molt intensa a les primeres hores del matí, ja que el muntatge està situat a l'interior d'una habitació i encarat cap a l'Est.
- El que ja no era d'esperar és que quan augmenta bruscament la llum, la concentració d'oxigen disminueix també bruscament.
- De totes maneres sembla que l'estímul lluminós serveix per a que poc després torni a augmentar el despreniment d'oxigen.

Comentaris i conclusions sobre totes aquestes experiències

- La resposta a l'estímul lluminós no és igual en plantes terrestres i plantes aquàtiques.
- Hem de tenir ben clar que sempre hi ha respiració. Un augment d'oxigen voldrà dir que el balanç entre fotosíntesi i respiració és favorable a la fotosíntesi. Si la concentració d'oxigen es manté (gràfic horitzontal) voldrà dir que hi ha un equilibri entre els dos processos. Una disminució d'oxigen voldrà dir un balanç favorable a la respiració i, fins i tot, la no fotosíntesi.

Altres orientacions didàctiques

Temporització

Es fa difícil fer una temporització de tota la experiència si es volen estudiar totes les possibilitats. També cal tenir present que la recollida de dades en les diferents propostes de treball va de les 2 hores als 4 o 5 dies. Per tant cal pensar que es necessita molt de temps, si bé part del treball també es pot encomanar com a deures.

Una possible proposta seria:

- ½ hora a hora per recerca d'informació prèvia (treball individual a casa).
- 1 hora a 1 ½ hores per introduir el problema a classe, explicar com funcionen els sensors i realitzar els dissenys experimentals.
- 20 minuts a ½ hora per iniciar la captació de dades.
- 2 hores a 3 a 5 dies per captar les dades.
- 1 hora per analitzar les dades i treure'n les conclusions

Propostes de recerca

A partir dels gràfics obtinguts se'ns poden plantejar molts dubtes que poden per nos treballs de investigació.

- Influeix una excessiva quantitat de llum en la fotosíntesi? La inhibeix?
- Una excessiva temperatura pot fer que la respiració de la planta sigui superior a la fotosíntesi que realitza?
- Perquè la resposta de les plantes aquàtiques i terrestres a l'estímul de la llum és diferent?
- Els ritmes fotosintètics responen als estímuls lluminosos o segueixen ritmes circadians (diaris)?
- Totes les plantes responen igual als estímuls lluminosos? No serà que les plantes de interior es volen protegir d'un excés de llum?

Orientacions tècniques

- Les instruccions per preparar l'oxímetre així com per programar la captació de dades s'han inclòs al dossier de l'alumnat
- Per motius que desconec l'ús del sensor de pH i d'oxigen al mateix temps dona problemes. L'un interfereix a l'altre.
- La calibració de l'oxigen atmosfèric entre 0 i 25 % dona alguns problemes quan es fa amb la consola. Per sobre de valors de 20% no indica els valors decimals per motius que desconec. El mateix passa quan es visualitza els valors en un enregistrament. De totes maneres quan aquest valors són exportats al programa "Multilab", aleshores apareixen tots els decimals.

Propostes que haurien de funcionar i no funcionen

- **Fotosíntesi amb plates terrestres durant un període breu.**

Hem intentat realitzar la fotosíntesi en plantes terrestres i llum artificial dins d'una habitació a les fosques i amb la llum d'un projector de diapositives. Vam programar varies vegades una captació de 2000 mostres, amb una freqüència de 1 mostra cada 10 segons. Això suposava més de 5 hores. Els resultats no van ser satisfactoris

- **Mesurar la fotosíntesi amb el sensor de pH.**

No hem obtingut resultats satisfactoris amb períodes breus de temps. Potser s'hauria de fer l'experiència durant 48 o 72 hores.



Advertiments sobre els riscos i la gestió dels residus

No hi ha cap risc.

Criteris d'avaluació

Hauríem de tenir en compte totes les fases de l'experimentació, així podríem valorar alguns dels següents aspectes:

- La capacitat de l'alumnat a l'hora de buscar la informació prèvia
- La participació en la discussió del problema, l'emissió d'hipòtesi i el reconeixement de variables.
- Un informe final on figurin els diferents apartats que s'han treballat: discussió del problema, emissió d'hipòtesi, reconeixement de variables, disseny de l'experiment, observacions i conclusions de l'experiència realitzada
- La participació en el debat final.

Bibliografia i "webs"

CALVET, M. "Curs telemàtic sobre l'ús de sensors a les aules de Ciències".

<http://www.xtec.es/~fie00267/d121m5b/d121m5bp3.htm>.

GRAU, R. (1991): "¿Es poden transformar les pràctiques en treballs d'investigació?". Butlletí del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Catalunya núm. 78, pàg. 50-52.

MARGALEF, R. "Ecologia". Editorial Omega. Barcelona 1982.

Fotosíntesi

Material per a l'alumnat

Introducció

En les experiències que se us proposen a continuació realitzareu un estudi de pràctic de la fotosíntesi. El guió de treball a seguir és el següent:

1. Recerca de informació en llibres o a Internet sobre el funcionament de la fotosíntesi
2. Aprenentatge de l'ús del sensor d'oxigen.
3. Plantejament del problema a investigar: hipòtesis, identificació de variables dependents i independents, ...
4. Disseny de l'experiència
5. Realització de l'experiència.
6. Anàlisi dels resultats obtinguts i si cal replantejament del disseny experimental.
7. Conclusions
8. Posta en comú

Objectius

Objectiu principal

- Entendre el procés de la fotosíntesi i la intervenció de la llum en aquest procés
- Aprendre a utilitzar un oxímetre i un sensor de llum
- Plantejar-se diferents problemes a investigar, diferenciant clarament les variables dependents i independents.
- Dissenyar diferents experiències per respondre els problemes plantejats anteriorment.

Material i Equipament

Equipament de sensors	Altres materials
– 1 consola Multilog – 1 connexió USB – 1 sensors d'oxigen amb tots els seus accessoris – 1 sensor de llum de 0 a 130 klux	– 1 planta aquàtica: <i>Elodea</i>, ... – 1 planta terrestre: <i>Scindapsus</i> (poto) ... – 1 pot de vidre de 2 litres aproximadament – jocs de vares metàl·liques, suports, nous, subjectadors... per realitzar el muntatge – bosses de plàstic grans – 1 focus de llum potent (va molt bé un projector de diapositives)

Adquisició i enregistrament de les dades amb l'oxímetre

Preparació de l'oxímetre

El sensor d'oxigen es prepara seguint les instruccions que venen amb l'aparell (instruccions que venen en anglès). De totes maneres cal tenir present que de vegades poden sorgir alguns problemes en la seva preparació. Caldria seguir el següent procediment:

1. En primer lloc, comproveu que l'elèctrode estigui ben net. Si cal passeu el paper d'esmerilar que ve amb l'equip, netegeu-lo amb aigua destil·lada i eixugueu-lo.
2. Col·loqueu el tap amb la membrana en posició vertical. Ompliu-lo fins a la meitat amb la solució electrolítica. Assegureu-vos que no hi queden bombolles atrapades.
3. Subjecteu l'elèctrode en posició vertical mirant cap avall. Cargoleu el tap amb la membrana fins que la solució electrolítica vessi.
4. Descargoleu-lo una mica per tal d'alliberar pressió.
5. Finalment, torneu a cargolar el tap amb la membrana a l'elèctrode, però evitant que la membrana quedi pressionada pel càtode i que no sobresurti.
6. A continuació connecteu l'electrode a l'adaptador del sensor d'oxigen i aquest a la consola.
7. Segons si es vol fer una captació d'oxigen dissolt en aigua o d'oxigen atmosfèric seguiu un dels apartats següents.

Captació de l'oxigen dissolt a l'aigua

1. Obriu la consola prement el botó .
2. Connecteu la consola a l'ordinador i obriu el programa "Multilab" .
3. Torneu a la pantalla inicial de la consola. Desplaceu-vos fins la icona "Configuració del sistema"  i premeu .
4. Comproveu que a la fila "Mode" estigui seleccionada l'opció "Auto ID". Si no fos així premeu les tecles  o .

```

--- CONFIGURACIÓ ---

→ Mode : Auto ID
Netejar memòria ( > )
Distància 2m
Calibració DO2 ( > )
Contrast ( < ) ( > )
  
```

5. Premeu "Escape"  per tornar a la pantalla inicial.
6. Prepareu un vas amb aigua. Situeu el sensor d'oxigen un centímetre per sobre del nivell de l'aigua. Us podeu ajudar amb un joc de suports i nous.

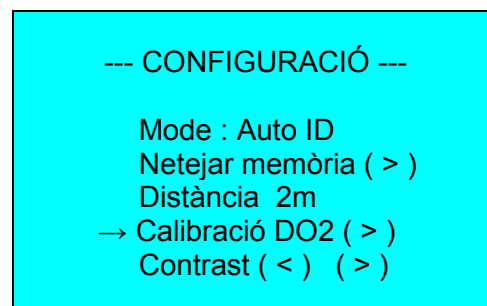
7. Si en aquest moment inicieu una captació des de l'ordinador prement



, veureu que el valor de l'oxigen no es manté estable. Normalment el valor anirà baixant, primera ràpidament i després més lentament. Es convenient que espereu entre 20 i 30 minuts fins que aquest valor s'estabilitzi.

8. CALIBRACIÓ: Passat aquest temps inicieu de nou una captació. Mentre té lloc la captació, gireu el botó de "l'adaptador del sensor d'oxigen" a dreta i esquerra fins aconseguir un valor de 8,24 mg/l. Si gireu a la dreta (sentit de les agulles del rellotge) augmentareu el valor de la concentració d'oxigen. Si gireu a l'esquerra (sentit contrari a les agulles del rellotge) disminuïeu el valor de la concentració d'oxigen. El valor de 8,24 g/l és el valor de la concentració d'oxigen en una atmosfera saturada de vapor d'aigua a 25°C, al nivell del mar i amb salinitat 0. En altres condicions es poden buscar altres

valors anant a la pantalla de "CONFIGURACIÓ DEL SISTEMA"  de la consola i al menú "Calibració DO2 (>)"



9. Un cop realitzada la calibració ja podeu configurar la captació escollint la durada de temps de mostreig i la freqüència de mostres que desitgeu. Aquesta calibració la podeu realitzar tant des de l'ordinador prement sobre la



icona configurar , com des de la consola seleccionant la icona

"Configurar"  i prement "return" .

OBSERVACIÓ: També podem fer la calibració (pas núm. 8) des de la consola en lloc que des de l'ordinador.

Captació d'oxigen atmosfèric

El procediment és semblant a l'anterior, però hem d'escollir el "Mode" de "8 entrades" i seleccionar manualment el sensor. Hem de realitzar els següents passos:

1. Obriu la consola prement el botó .
2. Connecteu la consola a l'ordinador i obriu el programa "Multilab" .
3. Torneu a la pantalla inicial de la consola. Desplaceu-vos fins la icona "Configuració del sistema"  i premeu .

4. Comproveu que a la fila "Mode" estigui seleccionada l'opció "8 entrades". Si no fos així premeu les tecles  o .

```

--- CONFIGURACIÓ ---

→ Mode : 8 entrades
Netejar memòria ( > )
Distància 2m
Calibració DO2 ( > )
Contrast ( < ) ( > )

```

5. Premeu "Escape"  per tornar a la pantalla inicial.

6. Desplaceu-vos fins la icona "Configurar"  i premeu "enter" . Observareu la següent pantalla.

```

→ En-1: Acceler 5 g
En-2: Buit
En-3: Buit
En-4: Buit

VELOC = 10/s
MOSTRES = 500
DISPLAY = numèric

```

7. Com veieu, l'entrada 1 està preparada per fer una captació d'acceleració i no de concentració d'oxigen. Caldrà llavors que, mantenint la fletxa "→" en l'entrada 1, premem successivament el botó  fins arribar a programar el sensor de "oxigen de 0 a 25 %". Tingueu present que els sensors estan ordenats alfabèticament. Ens quedarà una pantalla com la següent:

```

→ En-1: O2 25 %
En-2: Buit
En-3: Buit
En-4: Buit

VELOC = 10/s
MOSTRES = 500
DISPLAY = numèric

```

8. Si premeu "Escape"  una vegada, anireu a la part inferior de la pantalla i podreu programar la velocitat i el nombre de mostres. Torneu a prémer "Escape"  per anar a la pantalla inicial.

9. Si en aquest moment inicieu una captació des de l'ordinador prement



, veureu que el valor de l'oxigen no es manté estable. Normalment el valor anirà baixant, primera ràpidament i després més lentament. Es convenient que espereu entre 20 i 30 minuts fins que aquest valor s'estabilitzi.

10. CALIBRACIÓ: Passat aquest temps inicieu de nou una captació. Mentre té lloc la captació, gireu el botó de "l'adaptador del sensor d'oxigen" a dreta i esquerra fins aconseguir un valor de 21%. Si gireu a la dreta (sentit de les agulles del rellotge) augmentareu el valor de la concentració d'oxigen. Si gireu a l'esquerra (sentit contrari a les agulles del rellotge) disminuïeu el valor de la concentració d'oxigen

11. Un cop realitzada la calibració ja podeu configurar la captació que desitgeu escollint la durada de temps de mostreig i la freqüència de mostres . Aquesta calibració la podeu realitzar tant des de l'ordinador prement sobre la icona



configurar , com des de la consola seleccionant la icona "Configurar"



i prement "return" .

OBSERVACIONS:

- També podem fer la calibració (pas núm. 11) des de la consola en lloc que des de l'ordinador, tot i que aquest procediment dona problemes de precisió de decimals.
- De la mateixa manera també podem seleccionar l'opció de "oxigen de 0 a 125%". En aquesta opció, en el pas núm. 7 caldrà escollir l'opció "Oxy 125%".

```
→ En-1:  Oxy    125  %
En-2:    Buit
En-3:    Buit
En-4:    Buit

VELOC   = 10/s
MOSTRES = 500
DISPLAY = numèric
```

I en el pas 10 calibrar a 100% d'oxigen com a valor inicial.

Realització de l'experiència

Plantejament del problema i formulació de les possibles hipòtesis prèvies (treball en petit grup)

Partint dels teus coneixements previs sobre la fotosíntesi, del material del que disposes, del procediment d'utilització de l'oxímetre, ... heu de dissenyar una experiència sobre el procés de la FOTOSÍNTESI.

Per fer-ho us aconsellem que llegiu atentament els següents apartats:



1. Definició del problema a o problemes a investigar

Feu, en primer lloc, un llistat de preguntes que us heu fet algun cop sobre la fotosíntesi. Per exemple:

- De què depèn la producció d'oxigen en la fotosíntesi?

- Hi te que veure la quantitat de llum?
- Actuen iguals totes les plantes?
-

A continuació trieu-ne una i comenceu a respondre:

Quin problema volem investigar? Quin material necessitem? Podem plantejar diferents models d'experiments per respondre a la pregunta que ens hem fet?

2. Formulació d'hipòtesis avaluable

Formuleu una hipòtesi o resposta al problema triat que pugueu contrastar amb l'experiment que dissenyeu.

3. Identificació de variables dependents i independents.

Quina és la variable independent? Quina variable ambiental que modifiquem? Poden haver altres variables?

Quina o quines són les variables dependents? Quina o quines magnituds observem (o sigui, que podem registrar amb els nostres sensors)? Són variables qualitatives o quantitatives?

Disseny i muntatge de l'experiència

Planifiqueu per escrit el procediment que seguireu. Dividiu el procediment en etapes explicant què fareu en cadascuna i per què.

Consulteu al vostre professor/a sobre aquest procediment

Execució de l'experiència

Realitzeu l'experiència tal i com l'heu planificat. Un cop finalitzada exporteu les dades obtingudes al vostre ordinador de treball. Guardeu els gràfics i les taules obtingudes

	Riscos i gestió dels residus: No hi ha cap risc
---	---

Anàlisi de les dades

Analitzeu i valoreu les taules i gràfics obtinguts. Utilitzeu el següent qüestionari per a fer aquest anàlisi

Qüestionari 1

5. Han sortit els resultats esperats?
6. Els resultats obtinguts us confirmen la vostra hipòtesi o la rebutgen?
7. Creieu que el mètode que heu utilitzat ha estat correcte? Introduiríeu algunes variacions ?
8. Si heu optat per diferents models experimentals, s'observen grans diferències entre els resultats d'aquests diferents models d'experiments?

Si cal redissenyeu l'experiència i realitzeu-la de nou.

Conclusions

A quines conclusions podeu arribar?



Discussió dels resultats i conclusions (amb tot el grup-classe)

Feu una posta en comú dels resultats obtinguts en aquesta experiència

La pluja àcida

Guió per al professorat

Objectius, ubicació dins del currículum i nivell d'investigació

Objectius

Objectiu principal

- Simular la formació de la pluja àcida i estudiar els seus efectes

Per aconseguir-ho demanarem al nostre alumnat:

- Dissenyar un model avaluable per fer aquesta simulació
- Estudiar l'efecte de la pluja àcida sobre l'aigua i alguns materials
- Utilitzar correctament el pHmetre.
- Estudiar l'efecte de diferents gasos (SO_2 , CO_2 , NO_2 , ...) en la formació de la pluja àcida.

Ubicació dins del currículum

L'experiència es pot adreçar a:

- Alumnat de Batxillerat (principalment):
 - A l'assignatura de Ciències de la Terra i del Medi Ambient hi ha tot un tema dedicat a la contaminació de l'aire.
 - A l'assignatura de Biologia, dins del bloc d'Ecologia, també hi ha un apartat dedicat a la contaminació atmosfèrica.
- Alumnat de 2n d'ESO:
 - A l'assignatura de Ciències Experimentals hi ha un bloc dedicat a l'atmosfera i la hidrosfera. També hi ha algun crèdit variable tipificat on s'estudien els diferents tipus de contaminació atmosfèrica. De totes maneres alguns dels plantejaments que es fan en aquest protocol són massa elevats per aquest nivell com per exemple entendre les reaccions químiques que tenen lloc en la formació de la pluja àcida, el concepte de pH,

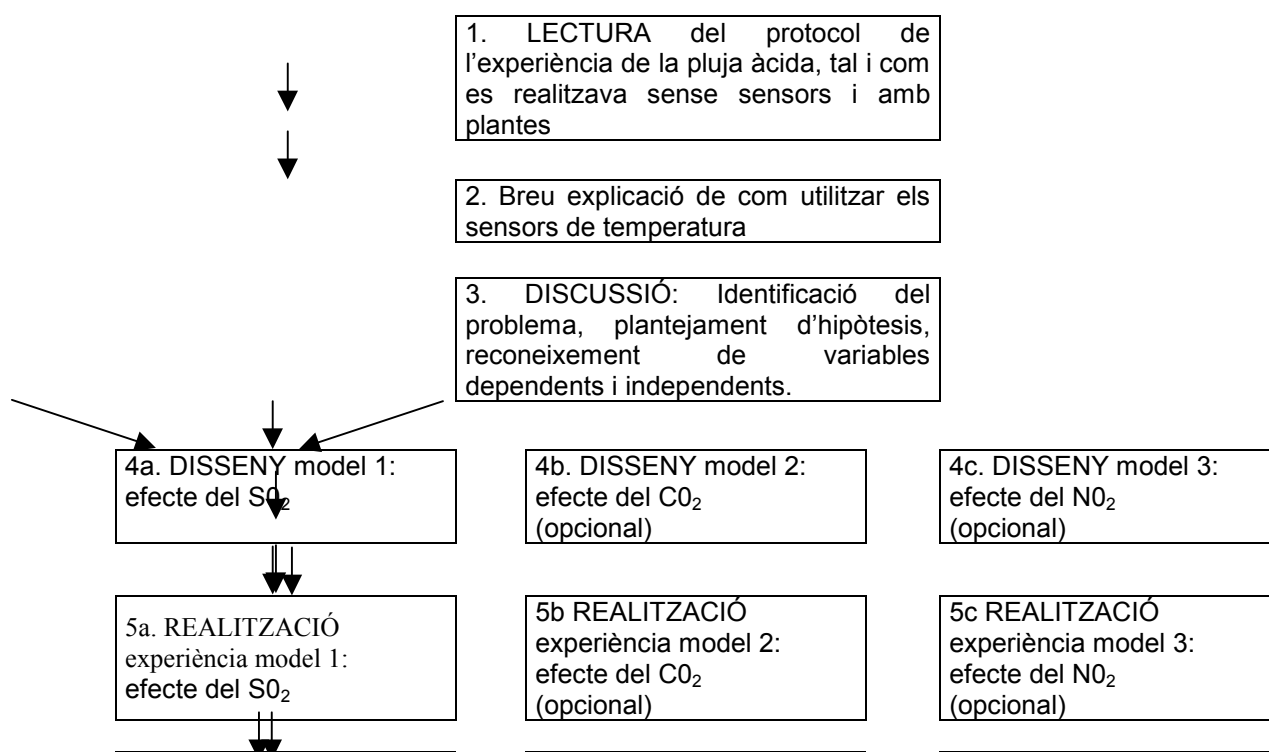
Nivell d'investigació

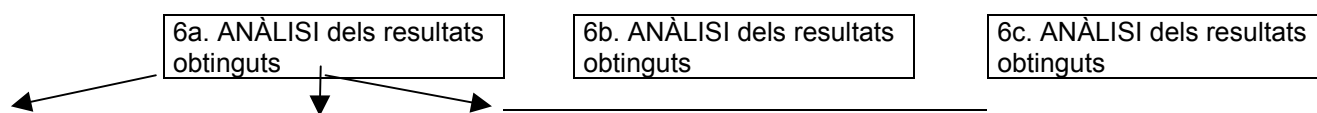
Per analitzar el nivell d'investigació del treball experimental que realitza el nostre alumnat podem seguir la proposta de Herron (1971) i Tamir (1989). Aquest marc d'anàlisi queda reflectit en la següent taula:

Nivell d'investigació	Qui proporciona...		
	... el problema a investigar?	... el disseny experimental?	... la resposta?
0	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text
1	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
2	El professorat o el llibre de text	L'alumnat	L'alumnat
3	L'alumnat	L'alumnat	L'alumnat

En el cas d'aquesta experiència intentarem assolir els nivell d'investigació 2.

Esquema general de l'experiència





7. AVALUACIÓ DE LES HIPÒTESIS
PLANTEJADES I REDACCIÓ DE LES
CONCLUSIONS (a nivell de grup de
treball)



8. COMUNICACIÓ DELS RESULTATS
I DISCUSSIÓ D'AQUESTS (a nivell de
grup-classe)

Material i Equipament necessari per a totes les experiències

Equipament de sensors – 1 consola Multilog – 1 connexió USB – 2 connexió sensor – consola – 2 sensors de pH	Reactius – Metabisulfit sòdic – Aigua destil·lada – Glucosa – Llevat Altres materials – 2 recipients hermètics, de plàstic, de 1 litre aproximadament – 1 proveta o xeringa de 50 ml – 4 vasos petits de vidre – petits objectes metàl·lics – plastilina.
---	--

Possibles dissenys experimentals

Proposta de disseny experimental

La intenció és que l'alumnat suggereixi algun que altre disseny (nivell d'investigació 3).

La proposta que es fa a continuació pot ser un possible disseny i pot servir per a que el professor/a pugui guiar millor la recerca de l'alumnat.

Dissenys tradicionals (sense sensors)

La nostra proposta es basa en els dissenys tradicionals per demostrar els efectes de la pluja àcida. En aquests dissenys tradicionals, es col·loca un vas petit de dissolució de metabisulfit sòdic dins d'una bossa de plàstic. Dins de la mateixa bossa es col·loquen també alguna planta, una càpsula de Petri amb llavors de diferents tipus, ... (veure fig. 1) En una altra bossa, que ens servirà de control posem els mateixos elements, però canvien el vas de metabisulfit sòdic per aigua.

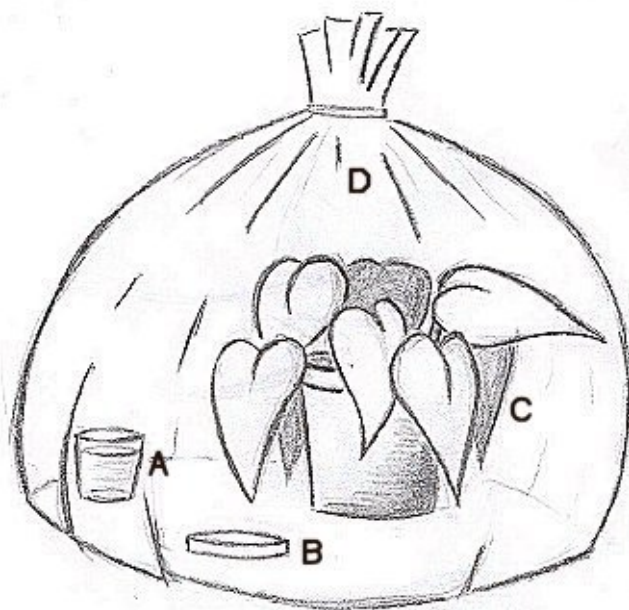
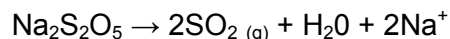


Fig. 1: Disseny tradicional de l'experiment de la pluja àcida. A: vas amb metabisulfit sòdic; B: càpsula de Petri amb llavors; C: planta ; D: bossa de plàstic

Quan el metabisulfit sòdic es barreja amb aigua destil·lada es produeix una reacció en que es desprèn diòxid de sofre, segons la següent reacció:



El SO_2 perjudica a les plantes, a les llavors i a altres materials. Aquest efecte es pot observar després d'una o dues setmanes.

Disseny amb sensors

En el nostre disseny comprovarem l'efecte del SO_2 que desprèn el vas de metabisulfit sòdic en un vas d'aigua destil·lada que està al seu costat. Per avaluar aquest efecte mesurarem l'evolució del pH del vas d'aigua destil·lada. Tot el sistema estarà dins d'un recipient hermèticament tancat i de volum conegut

La realització d'aquest disseny es pot observar en les següents figures:

1. Preparem 25 cm³ d'una dissolució saturada de metabisulfit sòdic i els dipositem en un vas petit (A).
2. Omplim un altre vas petit (B) amb 25 cm³ d'aigua destil·lada.
3. Dins d'un recipient de plàstic de 1 litre de capacitat (aproximadament), col·loquem el vas A, el vas B i alguns objectes metàl·lics.
4. Travessem la tapa del recipient de plàstic (prèviament foradada) amb el sensor de pH, de manera que mesuri l'evolució el pH del vas B.
5. Tapem el recipient hermèticament, podem segellar el voltant del forat del sensor de pH amb plastilina.
6. Preparem un altre recipient similar, però amb dos vasos, cadascun amb 25 cm³ d'aigua destil·lada. Aquest segon recipient ens servirà de control.
7. Realitzem, amb la consola desconnectada de l'ordinador, una captació de 1 mostra cada minut, durant 200 minuts.
8. Un cop realitzada l'experiència descarreguem les dades a l'ordinador i analitzem els resultats



Fig. 2: Col·locació dels vasos, d'objectes metàl·lics i del sensor dins del recipient

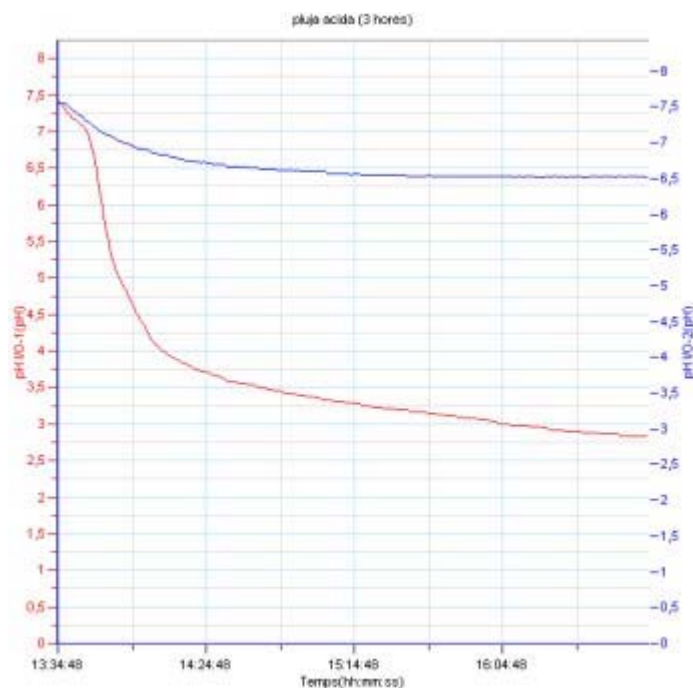


Fig. 3: Vista del recipient de plàstic amb els vasos, els objectes metàl·lics i el sensor de pH

Resultats i conclusions esperats

Model 1: atmosfera de SO₂

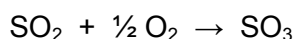
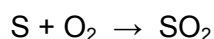
En les nostres experiències vam obtenir gràfics com els següents per a una captació de 200 minuts (veure gràfic 1)



Gràfic 1: evolució del pH per l'efecte de la pluja àcida produïda per SO₂

Podem observar:

- De color blau, la línia superior, l'evolució del pH del recipient de control. En aquest cas podem comprovar que el pH baixa des de valors de 7,4 fins a 6,5. Aquest descens deu ser degut a la presència de CO₂ atmosfèric que acidifica lleugerament l'aigua del vas on es mesura el pH.
- De color vermell, la línia inferior, l'evolució del pH del recipient on s'ha produït l'atmosfera de SO₂. En aquest cas el valor del pH ha baixat per sota de 3 !!. Queda clar per tant que el SO₂ acidifica molt el medi aquàtic. Degut a la cadena de reaccions que formen la pluja àcida:



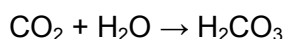
També podem observar l'efecte sobre els objectes metàl·lics de les dues atmosferes (veure fig. 4). En el cas de l'atmosfera amb SO_2 , l'oxidació ha estat molt alta.



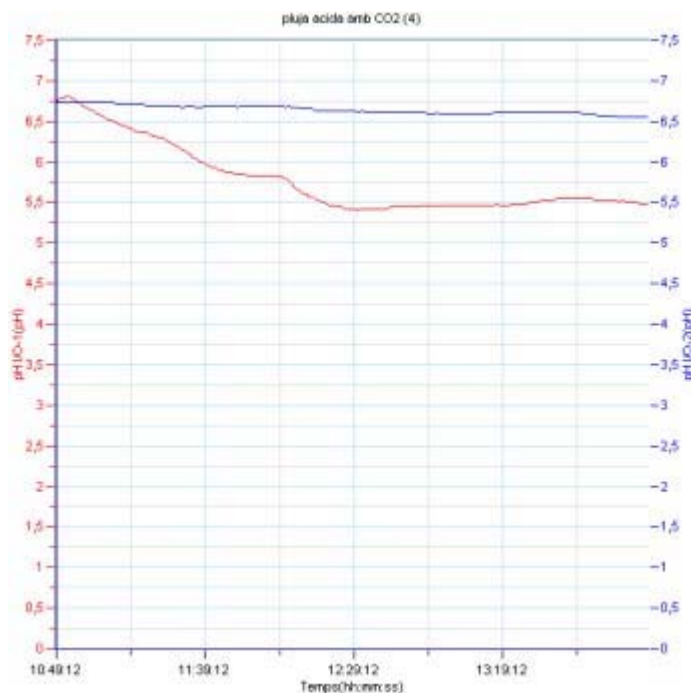
Fig. 4: Objectes metàl·lics que estaven a l'interior dels recipients. A la dreta en atmosfera control, a l'esquerra en atmosfera amb SO_2

Model 2: atmosfera de CO_2

Degut als resultats obtinguts en el model anterior vam decidir fer la mateixa experiència substituint el SO_2 per CO_2 . Cal recordar que la pluja normal és lleugerament àcida degut a l'efecte del CO_2 atmosfèric, que es combina amb l'aigua per donar àcid carbònic.



Per produir una atmosfera de CO_2 , vam provar diversos mètodes: aigua carbònica, dissolucions de bicarbonat sòdic, ... Però el mètode que es va mostrar més eficient va ser la fermentació alcohòlica produïda al barrejar aigua calenta amb glucosa i llevat. En aquest cas vam obtenir gràfics com el següent per a una captació de 200 minuts (veure gràfic 2)



Gràfic 2: evolució del pH per l'efecte de la pluja àcida produïda per CO_2

Podem observar:

- De color vermell, la línia inferior, l'evolució del pH en el recipient on s'ha produït l'atmosfera amb CO₂.
- De color blau, la línia superior, l'evolució del pH en el recipient de control.

Altres orientacions didàctiques

Temporització

- ½ hora per a la introducció del problema i com s'utilitzen els sensors.
- (½ hora) per escriure el disseny (també es podria fer a casa)
- ½ per muntar l'experiment i posar la captació en marxa
- (3 hores) per registrar les dades, però, lògicament, l'alumnat no ha de ser-hi present.
- ½ hora per transferir les dades a l'ordinador, analitzar-les i treure'n conclusions.
- ½ hora per a la posta en comú

Orientacions metodològiques

Creiem que és convenient que sigui l'alumnat qui dissenyi la pràctica amb l'ajut del professor/a.

Cal tenir en compte el nombre de sensors de pH de que disposem. Si només en tenim dos o tres, lògicament haurem de fer el disseny fonamental que aquí es proposa (model 1) i haurem de treballar amb un sol grup de treball. Posteriorment, si queda temps podem treballar el model 2 o el model 3.

Caldrà introduir o repassar el concepte de dissolució dels gasos dins dels líquids i el concepte de pH

Altres propostes de recerca

Es poden fer estudis variant:

- la concentració de metabisulfit sòdic
- el volum del recipient que conté tot el sistema
- els volums dels vasos
- utilitzant NO₂ (es pot obtenir fent reaccionar un filament de coure amb àcid nítric)

Orientacions tècniques

Prèviament a les captacions cal comprovar que els sensors de pH estiguin ben calibrats. També convé comprovar que els valors d'ambdós són similars entre ells, tant per a la dissolució tampó de pH 7, com per a l'aigua destil·lada un cop iniciem la captació.

Compte a l'hora d'introduir determinats objectes dins del recipient on es produeix atmosfera àcida. En una de les nostres experiències vam introduir un sensor d'humitat. Després d'una hora aquest sensor va deixar de funcionar i va haver de ser reparat.

**Riscos i gestió dels residus:**

El SO₂ en altes concentracions com les que es produeixen dins del recipient de plàstic pot ser molt tòxic.

Els líquids que es produeixen dins dels vasos amb atmosfera àcida, també són molt àcids i poden irritar la pell

És aconsellable que l'obertura i el buidat del recipient de plàstic amb atmosfera àcida la faci el professorat

Criteris d'avaluació

Haurien de tenir en compte totes les fases de l'experimentació. així podríem valorar:

- La participació en la discussió del problema, l'emissió d'hipòtesi i el reconeixement de variables.
- Un informe escrit amb la discussió del problema, l'emissió d'hipòtesi, el reconeixement de variables, el disseny de l'experiment, les observacions i les conclusions de l'experiència realitzada (ja sigui a nivell individual o en grup).
- La participació en el debat final.

Bibliografia i "webs"

GRAU, R. (1991): "¿Es poden transformar les pràctiques en treballs d'investigació?". Butlletí del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Catalunya núm. 78, pàg. 50-52.

MAYÓS, C.; PAREJO, C.; LOZANO, M.T.: "Tinguem cura de l'entorn". Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya. Barcelona (1992)

PALLÍ, A.; PONS, J. et al.: "Treballs pràctics de Biologia de Batxillerat". Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya. Barcelona (2004)

La pluja àcida

Guió per a l'alumnat

Introducció

La pluja àcida és un fenomen molt perjudicial per als éssers vius. Entre els gasos implicats es troba el SO₂ que es produeix en les combustions, a altes temperatures, de combustibles fòssils de mala qualitat.

Una de les experiències de laboratori més utilitzades als centres d'ensenyament, per demostrar els efectes de la pluja àcida és la següent:

1. Preparem un dissolució saturada de metabisulfit sòdic (Na₂S₂O₅). Aquesta substància, dissolta en aigua, produeix SO₂, segons la següent reacció.

$$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}^+$$
2. Dipositem una petita quantitat d'aquesta preparació (p. ex. 50 ml) en un vas o recipient.
3. Col·loquem, a la part inferior d'una placa de Petri, un paper de filtre impregnat d'aigua; a sobre del paper hi deixem unes quantes llavors.

4. Posem el vas amb $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, la placa de Petri, alguna que altre planta, alguns petits objectes metàl·lics, ... dins d'una bossa de plàstic i la tanquem hermèticament, tal i com es veu a la següent figura.

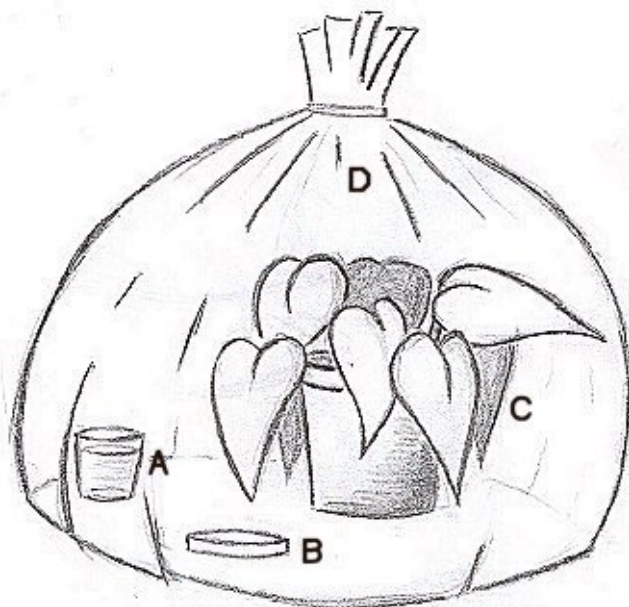


Fig. 1: Disseny tradicional de l'experiment de la pluja àcida:
A: vas amb metabisulfit sòdic; B: càpsula de Petri amb llavors; C: planta ; D: bossa de plàstic

5. Preparem una altra bossa de plàstic amb els mateixos elements que l'anterior, però canviant el $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ per aigua destil·lada. Aquesta bossa ens servirà de control.
6. Observarem i anotarem els resultats cada tres dies durant dos setmanes.

Un cop llegida aquesta experiència responeu les següents preguntes:

Qüestionari 1:

- a. Quin problema investiguem amb aquesta experiència ?
- b. Formuleu una hipòtesi dels resultats que obtindreu.
- c. Quina és la variable independent ? o sigui, quina variable ambiental modifiquem?
- d. Quina o quines són les variable dependents ? o sigui, quina o quines variables observem ? són variables qualitativa o quantitatives?
- e. Per a que tanquem els objectes dins la bossa de plàstic?
- f. Quins inconvenients creieu que poden sorgir durant la realització de l'experiència ? Hi ha alguna variable que no controlem ?

Disseny i realització d'una nova experiència sobre la pluja àcida

A continuació, dissenyareu i realitzareu una nova experiència sobre els efectes de la pluja àcida. Per fer-ho se us proporciona:

1. Una llista material que podeu utilitzar

2. Procediment per configurar la captació, enregistrar i guardar les dades amb el sensor de pH.
3. Un petit qüestionari per guiar el vostre disseny

Material i Equipament

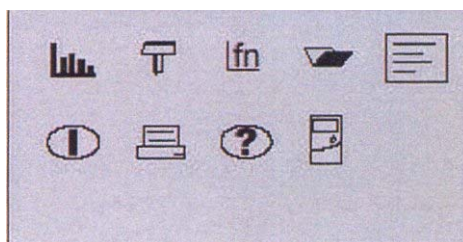
Equipament de sensors – 1 consola Multilog – 1 connexió USB – 2 connexió sensor – consola – 2 sensors de pH	Reactius – Metabisulfit sòdic – Aigua destil·lada – Glucosa – Llevat Altres materials – 2 recipients hermètics, de plàstic, de 1 litre aproximadament – 1 proveta o xeringa de 50 ml – 4 vasos petits de vidre – petits objectes metàl·lics (opcional) – plastilina.
---	---

Procediment per configurar la captació, enregistrar i guardar les dades

La següent captació la realitzarem amb la consola desconnectada de l'ordinador, degut a que el temps de captació supera la hora. Després descarregarem les dades al nostre ordinador per a estudiar els resultats obtinguts. Cal seguir els següents passos:

Captació de dades amb la consola

1. Connecteu la consola a la xarxa elèctrica amb el transformador corresponent.
2. Connecteu els sensors de pH a les entrades I/O-1, I/O-2,... de la consola. Sempre seguint aquest ordre. El nombre de sensors de pH depèn del disseny de la vostra experiència.
3. Poseu en marxa la consola amb el botó . Se us obrirà la pantalla del menú principal:



4. Per a configurar la captació "clicqueu" damunt la icona . se us obrirà la següent pantalla:



5. Aquesta pantalla ens indicaria que estan connectats dos sensors de pH, que s'agafaran 10 mostres cada segon i un total de 500 mostres. Per canviar la configuració podeu fer pujar i baixar la fletxa “” amb el botó . Per canviar els valors de la velocitat, del nombre de mostres, ... utilitzareu els botons  i . Podeu obtenir així una configuració com la següent:

```

En-1: PH      14  PH
En-2: PH      14  PH
En-3: Buit
En-4: Buit

VELOC. = Cada sec
MOSTRES = 200
DISPLAY = numèric

```

6. Per tornar a la pantalla del menú principal premeu el botó .
7. Per iniciar la captació premeu damunt la icona . Se us obrirà una pantalla amb els valors que està registrant, així com el número de la captació. És convenient apuntar aquest número en un paper a part, així com les condicions en que es realitza la captació.
8. La captació finalitzarà automàticament al recollir-se el nombre de mostres que hagueu programat. Si voleu aturar la captació n'hi haurà prou amb prémer el botó .

Transferència de les dades a l'ordinador

Per passar les dades recollides al nostre ordinador farem el següent:

1. Connecteu la consola amb el vostre ordinador amb el cable USB. Poseu en marxa la consola amb el botó .
2. Obriu el programa "Multilab" al vostre ordinador.
3. Desplegueu el menú "**Enregistrador**" i seleccioneu "**Descàrrega selectiva**". D'entre els números que apareixen trieu aquell que correspon al número de la captació que heu realitzat. Si la captació que ús interessa és la última, podeu anar directament a la icona .
4. A partir d'aquest moment podeu analitzar les dades obtingudes

Plantejament del problema i formulació de les possibles hipòtesis prèvies

Per tal de dissenyar la vostra experiència, llegiu atentament els següents apartats:

1. Identificació del problema a o problemes a investigar

Quin problema podem investigar amb el material que tenim? Quines diferències hi ha amb el problema que volíem investigar amb el disseny experimental de la introducció?

2. Formulació d'hipòtesis avaluable

Formuleu una hipòtesi o resposta al problema, que pugueu contrastar amb l'experiment que dissenyeu

3. Identificació de variables dependents i independents.

Quina és la variable independent? Quina variable ambiental modifiquem?

Quina o quines són les variables dependents? Quina o quines magnituds observem? Són les mateixes variables que observàvem amb el disseny experimental de la introducció? Són una variables qualitatives o quantitatives?

Per a què ens poden servir dos recipients de plàstic que tinguin la mateixa capacitat? I els vasos petits de vidre?

Disseny i muntatge de l'experiència

Planifiqueu per escrit el procediment que seguireu. Dividiu el procediment en etapes explicant què fareu en cadascuna i per què.

Consulteu al vostre professor/a sobre aquest procediment

Execució de l'experiència

Realitzeu l'experiència tal i com l'heu planificat. Un cop finalitzada exporteu les dades obtingudes al vostre ordinador de treball. Guardeu els gràfics i les taules obtingudes

**Riscos i gestió dels residus:**

El SO_2 en altes concentracions com les que es produeixen dins del recipient de plàstic pot ser molt tòxic.

Els líquids que es produeixen dins dels vasos amb atmosfera àcida, també són molt àcids i poden irritar la pell

És aconsellable que l'obertura i el buidat del recipient de plàstic amb atmosfera àcida la faci el professorat

Anàlisi de les dades

Analitzeu i valoreu les taules i gràfics obtinguts.

**Compte!**

Comproveu que els eixos d'ordenades estiguin tots a la mateixa escala. Si no és així haureu d'anar a "**propietats del gràfic**", suprimir l'"**autoescalat**" i canviar l'escala als paràmetres que creieu convenients

1. Han sortit els resultats esperats?
2. Els resultats obtinguts us confirmen la vostra hipòtesi o la rebutgen?
3. Creieu que el mètode que heu utilitzat ha estat correcte? Introduiríeu algunes variacions ?

Conclusions

Feu, individualment, una V de Godwin sobre l'experiència que heu realitzat (treball per realitzar casa).

Discussió dels resultats (amb tot el grup-classe)

Partint del treball individual realitzat a casa (V de Godwin), feu una posta en comú, el dia següent. Es tractaria, per tant, de realitzar una nova "V de Godwin".

Qüestionari de repàs

1. Quina és la cadena de reaccions que dóna lloc a la pluja àcida?
2. Quins són els agents causants de la pluja àcida?
3. Com pot afectar la pluja àcida als éssers vius?
4. Com pot afectar la pluja àcida als ecosistemes aquàtics?
5. Quines mesures es poden prendre per reduir l'efecte de la pluja àcida?

L'efecte hivernacle

Guió per al professorat

Objectius, ubicació dins del currículum i nivell d'investigació

Objectius

Objectiu principal

- Simular l'efecte hivernacle i estudiar els seus efectes

Per aconseguir-ho demanarem al nostre alumnat:

- Dissenyar un model avaluable per fer aquesta simulació
- Estudiar l'efecte d'una alta concentració de CO₂ sobre la temperatura d'un recipient que el conté, així com l'efecte de les radiacions infraroges incidents
- Utilitzar correctament els sensors de temperatura.

Ubicació dins del currículum

L'experiència es pot adreçar a:

- Alumnat de Batxillerat (principalment):
 - A l'assignatura de Ciències de la Terra i del Medi Ambient hi ha tot un tema dedicat a la contaminació de l'aire.
 - A l'assignatura de Biologia, dins del bloc d'Ecologia, també hi ha un apartat dedicat a la contaminació atmosfèrica.
- Alumnat de 2n d'ESO:
 - A l'assignatura de Ciències Experimentals hi ha un bloc dedicat a l'atmosfera i la hidrosfera. També hi ha algun crèdit variable tipificat on s'estudien els diferents tipus de contaminació atmosfèrica.

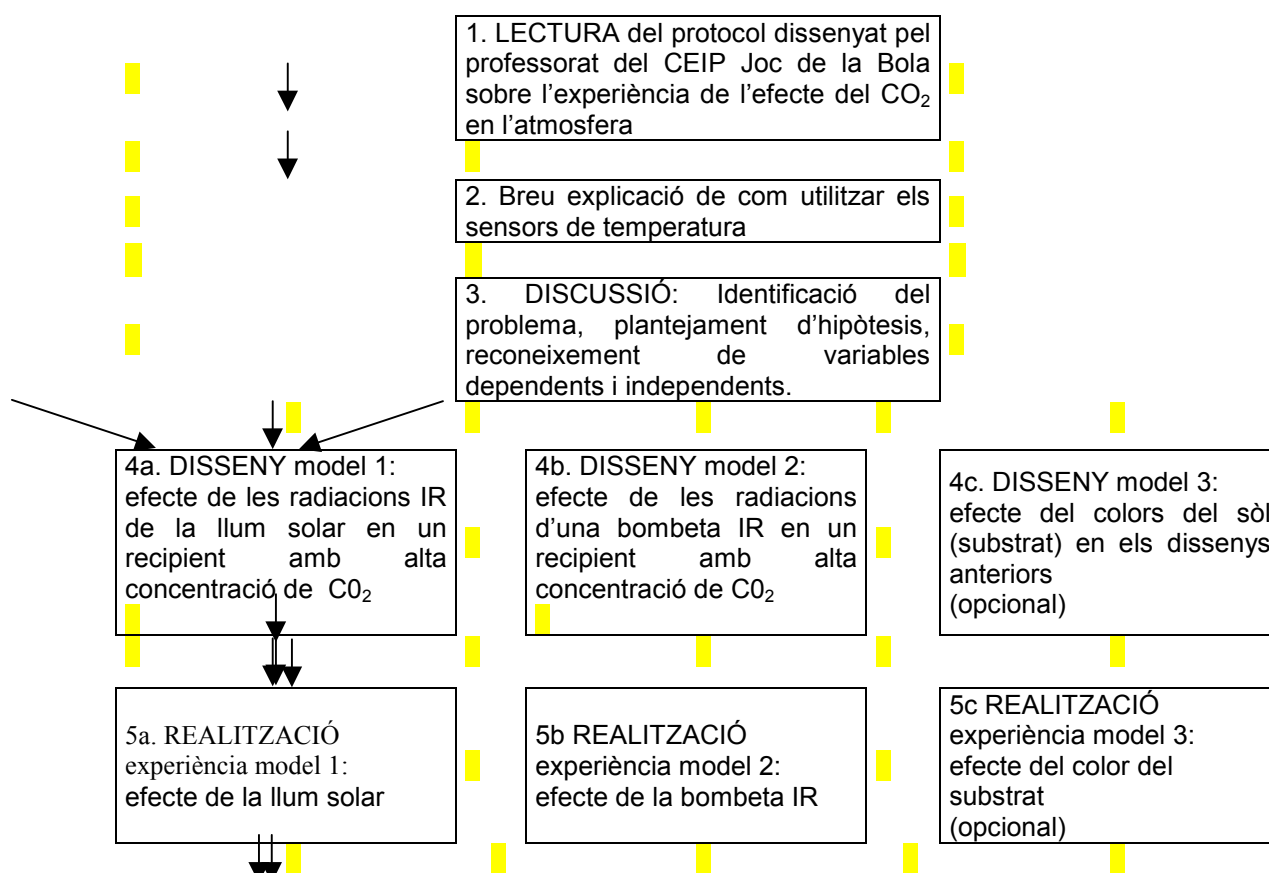
Nivell d'investigació

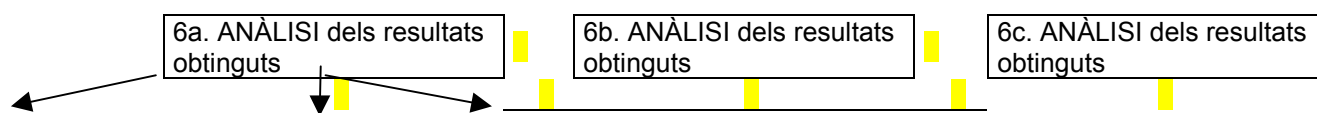
Per analitzar el nivell d'investigació del treball experimental que realitza el nostre alumnat podem seguir la proposta de Herron (1971) i Tamir (1989). Aquest marc d'anàlisi queda reflectit en la següent taula que nosaltres hem modificat lleugerament:

Nivell d'investigació	Qui proporciona...		
	... el problema a investigar?	... el disseny experimental?	... la resposta?
0	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text
1	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
1,5	El professorat o el llibre de text	Professorat: dona la llista de material Alumnat: planifica l'experiment	L'alumnat
2	El professorat o el llibre de text	L'alumnat	L'alumnat
3	L'alumnat	L'alumnat	L'alumnat

En el cas d'aquesta experiència el nivell d'investigació de l'alumnat estaria entre el nivell 1,5 i el 2.

Esquema general de l'experiència





7. AVALUACIÓ DE LES HIPÒTESIS
PLANTEJADES I REDACCIÓ DE LES
CONCLUSIONS (a nivell de grup de
treball)



8. COMUNICACIÓ DELS RESULTATS
I DISCUSSIÓ D'AQUESTS (a nivell de
grup-classe)

Material i Equipament necessari per a tots els models d'experiències

Equipament de sensors – 1 consola Multilog – 1 connexió USB – 4 sensors de temperatura	Reactius – Aigua destil·lada – Glucosa – Llevat Altres materials – 3 recipients de vidre, d'uns 2 litres de capacitat amb tapa de plàstic – 2 vasos petits de vidre – 1 bombeta IR de 250 W – Làmpada o portabombetes adequats per a les bombetes IR (aconsellable de porcellana, les de plàstic es cremen) – plastilina.
---	---

Possibles dissenys experimentals

La intenció és que l'alumnat suggereixi alguns models de dissenys experimentals amb el guiatge del professorat. De totes maneres, a continuació, exposem alguns dissenys que hem experimentat positivament. Aquestes propostes no són les úniques possibles, però poden servir, inicialment, per guiar millor les propostes de recerca de l'alumnat.

Precedents: disseny de l'experiència sense sensors

La nostra proposta es basa en un disseny realitzat fa anys, pel professorat del CEIP Joc de la Bola de Lleida per demostrar "l'efecte del CO₂ a l'atmosfera". Aquest disseny es pot veure a la fig. 1:

- A l'esquema 1, es col·loca un termòmetre dins d'un recipient tancat hermèticament, posteriorment s'escalfa amb una làmpada de raigs IR i després es deixa refredar. Es mesura la temperatura cada minut i mig, durant una hora.
- A l'esquema 2, el recipient s'omple amb CO₂. Aquest gas s'obté al fer reaccionar NaCO₃H amb HNO₃. A l'igual que a l'esquema 1, el recipient s'escalfa amb una làmpada de raigs IR i després es deixa refredar. També anotem les temperatures.

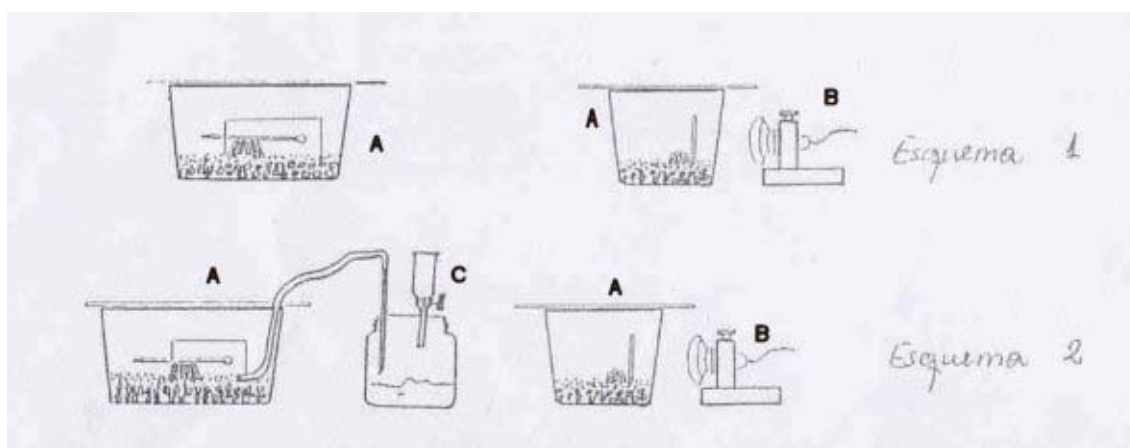


Fig. 1: Disseny de l'experiment realitzat pel professorat del CEIP Joc de la Bola. Esquema 1: disseny sense atmosfera de CO₂ (control). Esquema 2: disseny amb atmosfera de CO₂. A: aquari o recipient de vidre o plàstic; B: làmpada infraroja; C: recipient on es produeix CO₂ ;

A partir d'aquestes dues experiències es van obtenir dos gràfics que, sobreposats, permetien comparar les dues experiències tal com veiem a la fig. 2.

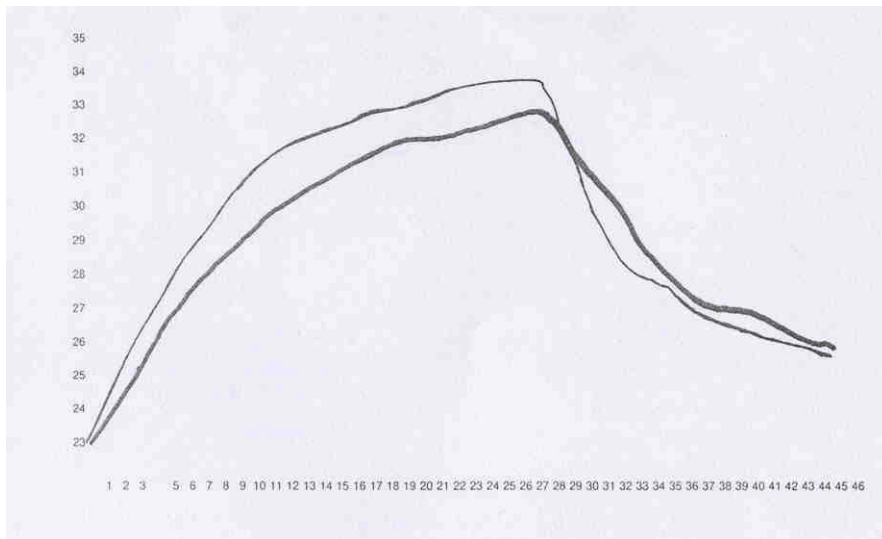


Fig. 2: Gràfics sobreposats de les dues experiències. El gràfic superior correspon a l'atmosfera amb CO₂.

La línia superior indica l'evolució de la temperatura en el recipient amb CO₂. El seu màxim supera al de l'altre gràfic en 1,5 °C aproximadament.

Disseny amb sensors

En el nostre cas , gràcies a l'equip de sensors, podem automatitzar la recollida de dades i dissenyar els següents models d'experiments:

Disseny model 1: Utilitzant la radiació IR de la llum solar

La realització d'aquest disseny es pot observar a les figures 3 i 4:



Fig. 3: Col·locació del vas amb llevat i glucosa i del sensor de temperatura dins del recipient de vidre

1. Preparem, en un vas petit, 25 cm³ d'una dissolució de llevat i glucosa, l'objectiu de la qual és produir CO₂.

2. Col·loquem aquest vas en un recipient de vidre d'aproximadament 2 litres de capacitat.

3. Tapem el recipient. (aquests 3 passos s'haurien de realitzar, com a mínim, dues hores abans d'iniciar l'experiència).

4. Travessem la tapa del recipient de plàstic (prèviament foradada) amb el sensor de temperatura. Podem segellar el voltant del forat del sensor de temperatura amb plastilina.

5. Preparem un altre recipient similar, però amb un vas amb 25 cm³ d'aigua destil·lada. Aquest segon recipient ens servirà per comprovar si el vapor d'aigua produeix algun efecte en la temperatura.



Fig.4: Vista dels 3 recipients de vidre, amb els vasos, i el sensors de temperatura

6. Preparem un tercer recipient, sense cap líquid. Aquest tercer recipient ens servirà per comprovar l'efecte del vidre en la temperatura.

7. Finalment, també posarem un quart sensor de temperatura fora dels recipients de vidre, per mesurar la temperatura ambiental.

8. Exposem els pots de vidre i el quart termòmetre a la llum solar.

9. Realitzem, una captació de 1 mostra cada segon, durant 1000 segons (aprox. 16 minuts) amb la consola funcionant de manera autònoma, és a dir sense connexió a l'ordinador

10. Un cop realitzada l'experiència descarreguem les dades a l'ordinador i analitzem els resultats.

Resultats i conclusions esperats en el model 1: Utilitzant la radiació IR de la llum solar

En les nostres experiències vam obtenir gràfics com els següents per a una captació de 1000 segons (veure fig. 5)

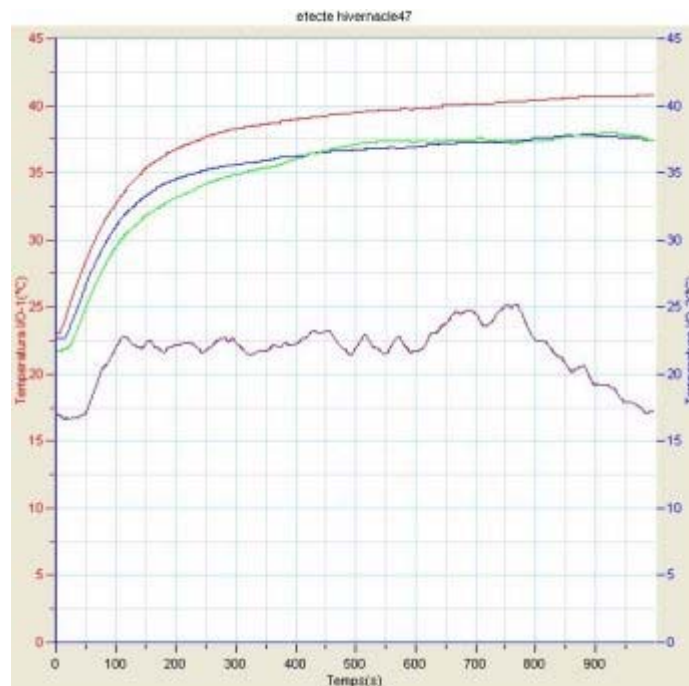


Figura 5: evolució de la temperatura per l'efecte de la radiació infraroja del sol a les 13.00 hores d'un dia assolellat.

Podem observar:

- De color vermell, la línia superior, l'evolució de la temperatura del recipient amb atmosfera amb CO_2 . En aquest cas podem comprovar que la temperatura puja de 23 °C a 41 °C. És també la temperatura més alta que assoleixen els 4 sensors
- De color blau, la segona línia superior, l'evolució de la temperatura del recipient amb atmosfera de H_2O . La temperatura puja de 23°C a 37,5°C.
- De color verd, la tercera línia, l'evolució de la temperatura on no hi ha cap vas. L'augment de la temperatura és degut solament a l'efecte del vidre i, al final de la captació, és similar a l'efecte del recipient amb H_2O .
- Finalment, de color morat, la línia inferior, l'evolució de la temperatura ambiental. Les oscil·lacions són degudes al vent. La darrera baixada és deguda a l'ombra que va afectar al quart sensor durant els darrers minuts de l'experiència.

Disseny model 2: Utilitzant bombetes Infraroges

Degut a les dificultats que presenten les bombetes IR, i que s'exposen més detalladament a l'apartat d'orientacions tècniques, vam realitzar un disseny amb una sola bombeta IR.

Aquest disseny es veu a la fig. 6 . La captació es realitza de manera alternativa.

- Primer amb un recipient amb una dissolució de glucosa i llevat per tal de produir CO₂.
- Després amb un altre recipient on hi ha un vas petit amb aigua destil·lada que farà de control. El programa ens permet superposar el segon gràfic sobre el primer per poder realitzar les comparacions.
- És convenient repetir l'experiència varies vegades canviant l'ordre d'escalfament dels recipients.

A continuació descrivim detalladament el procediment que cal seguir:

1. Preparem, en un vas petit, 25 cm³ d'una dissolució de llevat i glucosa, l'objectiu de la qual és produir CO₂.
2. Col·loquem aquest vas en un recipient de vidre d'aproximadament 2 litres de capacitat. Tapem aquest recipient hermèticament.

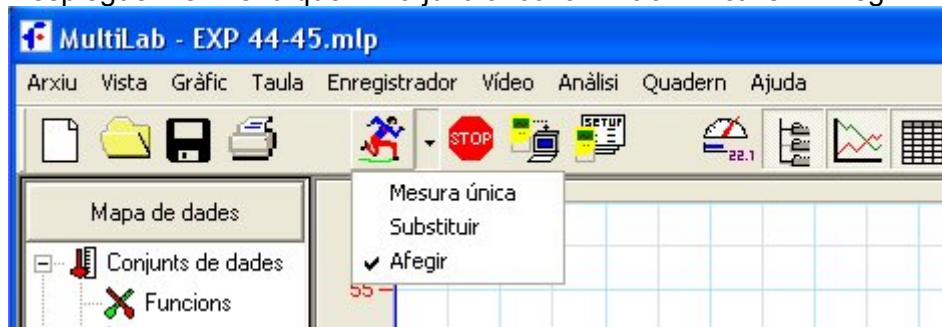


Fig. 6: Disseny amb una bombeta IR i un recipient de vidre

3. Travessem la tapa del recipient de plàstic (prèviament foradada) amb el sensor de temperatura. Podem segellar el voltant del forat del sensor de temperatura amb plastilina.
4. Preparem un altre recipient similar, però amb un vas amb 25 cm³ d'aigua destil·lada. Aquest segon recipient ens servirà per comprovar si el vapor d'aigua produeix algun efecte en la temperatura.
5. Els quatre passos anteriors s'haurien de realitzar unes dues hores abans d'iniciar l'experiència.
6. Col·loquem un del recipients sota la bombeta IR apagada (veure fig. 6)
7. Iniciem, amb la consola connectada a l'ordinador, una captació de 1 mostra cada segon, durant 1000 segons (aprox. 16 minuts), amb la temperatura entre valors de 0 i 60°C
(les especificacions de com es realitza la captació amb sensors de temperatura s'especifiquen en el dossier de l'alumne)
8. Encenem la llum IR.
9. Un cop realitzada la captació, tanquem la llum IR, posem nom a la taula i al gràfic i els afegim al projecte.
10. Esperem de 5 a 10 minuts a que es refredi la bombeta i l'ambient que l'envolta.

11. Col·loquem l'altre recipient sota la bombeta IR apagada.
12. Comprovem que la captació tindrà els mateixos paràmetres que l'anterior. Cal fer especial atenció a que l'autoescalat no estigui activat i els marges de temperatura siguin els mateixos.
13. Iniciem la segona captació en el mode "Afegir". Per fer-ho cal seguir els següents passos:

- a. Despleguem el menú que hi ha junt la icona "Iniciar". Activem "Afegir"



- b. Premem el botó  per iniciar la captació
- c. Comprovem que s'està afegint un segon gràfic sobre el primer

14. Encenem la llum IR
15. Un cop realitzada la captació, tanquem la llum IR, posem nom a la nova taula i a al nou gràfic i els afegim al projecte. Comprovem que els dos gràfic tenen la mateixa escala de temperatura. Guardem el projecte.

Resultats i conclusions esperats en el model 2: Utilitzant bombetes infraroges

En les nostres experiències vam obtenir resultats com els següents (veure fig. 7 i 8)

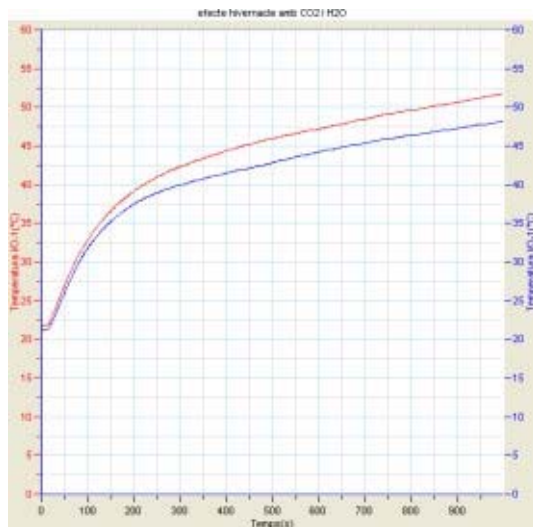


Fig. 7: Evolució de la temperatura per l'efecte d'una bombeta IR

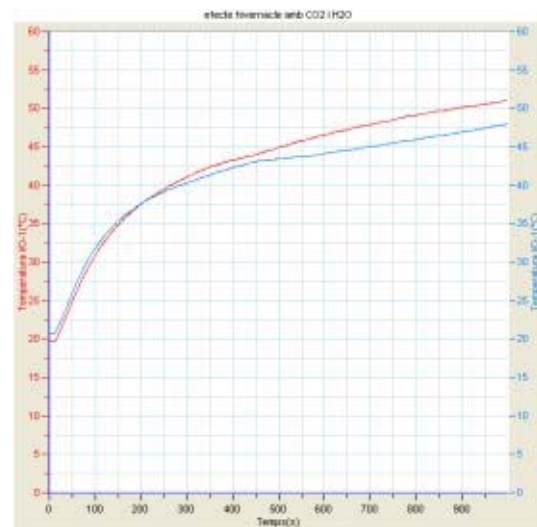


Fig. 8: Evolució de la temperatura per l'efecte d'una bombeta IR

Podem observar en ambdós experiments:

- De color vermell, la línia superior, l'evolució de la temperatura en el recipient on s'ha produït l'atmosfera amb CO₂.
- De color blau, la línia inferior, l'evolució de la temperatura en el recipient de control.
- També podem observar que és molt difícil aconseguir que la temperatura inicial de les captacions sigui idèntica. Però malgrat això la temperatura final del recipient amb CO₂ és superior a la temperatura final del recipient de control en 3°C o 4°C

Altres orientacions didàctiques

Temporització

- ½ hora per a la introducció del problema i com s'utilitzen els sensors.
- (½ hora) per escriure el disseny (també es podria fer a casa)
- ½ per muntar l'experiment i posar la captació en marxa
- 20 minuts per realitzar la captació de dades (tot i que sempre és convenient repetir la captació 3 o 4 vegades).
- ½ hora per transferir les dades a l'ordinador (en el model amb bombetes IR no és necessari), analitzar-les i treure'n conclusions.
- ½ hora per a la posta en comú

Orientacions metodològiques

Creiem que és convenient que sigui l'alumnat qui dissenyi la pràctica amb l'ajut del professor/a. El llistat de material pot ser una bona eina per a dissenyar l'experiment, així com la conseqüent reflexió sobre si tal o qual material serveix per als nostres objectius. Alguns materials de la llista serveixen per a un model d'experiment, altres materials per a un altre model, ...

Tot i els nostres plantejaments sobre la intervenció de l'alumnat en la planificació guiada de l'experiència, cal reconèixer que el disseny amb bombetes IR és difícilment

deduïble si no s'expliquen les dificultats tècniques que comporten les bombetes IR així com les prestacions del programa.

Una de les variables que cal controlar molt bé és la distància de la bombeta al recipient de vidre. Cal que l'alumnat se n'adoni de la importància d'aquest factor quan està responant el qüestionari per dissenyar l'experiència.

Val la pena reflexionar que hi ha altres motius que produeixen l'augment de temperatura en determinades zones. Per exemple, l'asfalt i el ciment provoquen que la temperatura a les ciutats sigui més alta que als camps i boscos que hi ha al voltant.

Altres propostes de recerca

Es poden fer altres estudis variant:

- El color del substrat per tal de comprovar l'efecte del color en la reflexió dels raigs IR.
- La distància de la bombeta als recipients de vidre.
- L'orientació cap al sol.
- La quantitat de CO₂, directament proporcional al temps que el llevat està produint-lo



Orientacions tècniques

Prèviament a la realització de l'experiència, convé comprovar que tots els termòmetres marquin la mateixa temperatura.

Convé posar la dissolució de glucosa i llevat dins del pot de vidre unes dues hores abans d'iniciar l'experiència per tal de tenir una alta concentració de CO₂. Un cop assolida aquesta concentració es pot tornar a utilitzar el mateix pot per a altres captacions, sempre i quan el tapem hermèticament amb plastilina o un material similar.

Per al model de llum solar

Cal orientar els pot de vidre de la mateixa manera.

El vent és un factor que pot fer variar els resultats, ja que pot fer baixar la temperatura dels pots més exposats



Per al model de llum IR

Compte amb la distància i la posició entre la bombeta i el recipient de vidre, poden fer variar els resultats.

Hem provat altres dissenys que no han resultat satisfactoris i que comentem breument a continuació





Fig. 9: Disseny amb dues bombetes IR i dos pots de vidre

Així, hem pogut comprovar que dues bombetes IR de 250 W no escalfen igual, tot i estar a la mateixa distància. Així dissenys com el de la figura 9 no sempre funcionen.

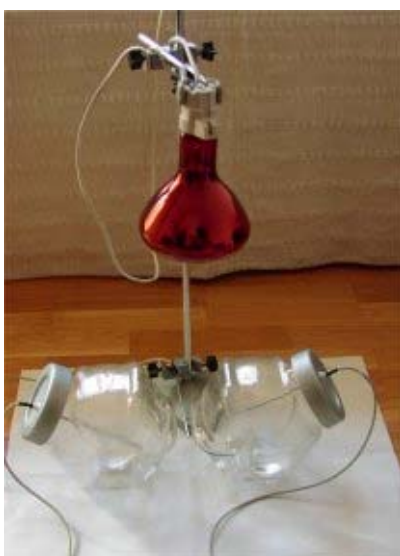


Fig. 10: Disseny amb una bombeta IR i dos pots de vidre

Tampoc donen bons resultats dissenys com els de la figura 10. El costat de la bombeta on està el filament escalfa més que l'altre.



Riscos i gestió dels residus:

No s'ha de mirar directament la llum emesa per les bombetes IR

Criteris d'avaluació

Hauríem de tenir en compte totes les fases de l'experimentació, així podríem valorar:

- La participació en la discussió del problema, l'emissió d'hipòtesi i el reconeixement de variables.
- Un informe escrit amb la discussió del problema, l'emissió d'hipòtesi, el reconeixement de variables, el disseny de l'experiment, les observacions i les conclusions de l'experiència realitzada (ja sigui a nivell individual o en grup).
- La participació en el debat final.

Bibliografia i “webs”

GRAU, R. (1991): “¿Es poden transformar les pràctiques en treballs d’investigació?”. Butlletí del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Catalunya núm. 78, pàg. 50-52.

MAYÓS, C.; PAREJO, C.; LOZANO, M.T.: “Tinguem cura de l’entorn”. Departament d’Ensenyament. Generalitat de Catalunya. Barcelona (1992)

GRUAS, F.: “Projecte: Global Systems Science” (Volume 1 : A Planet Under Siege . We are changing Earth's Climate ? by Cary Sneider and Richard Golden). Lawrence Hall of Science. University of California. Berkeley, CA 94720

L'efecte hivernacle

Guió per a l'alumnat

Introducció

L'efecte hivernacle

Per tal de demostrar "l'efecte del CO_2 a l'atmosfera", el professorat del CEIP Joc de la Bola de Lleida va realitzar, fa anys, el disseny que es pot veure a la fig. 1:

- A l'esquema 1, es col·loca un termòmetre dins d'un recipient tancat hermèticament, posteriorment s'escalfa amb una làmpada de raigs IR i després es deixa refredar. Es mesura la temperatura cada minut i mig, durant una hora.
- A l'esquema 2, el recipient s'omple amb CO_2 . Aquest gas s'obté al fer reaccionar NaCO_3H amb HNO_3 . A l'igual que a l'esquema 1, el recipient s'escalfa amb una làmpada de raigs IR i després es deixa refredar. També anotem les temperatures.

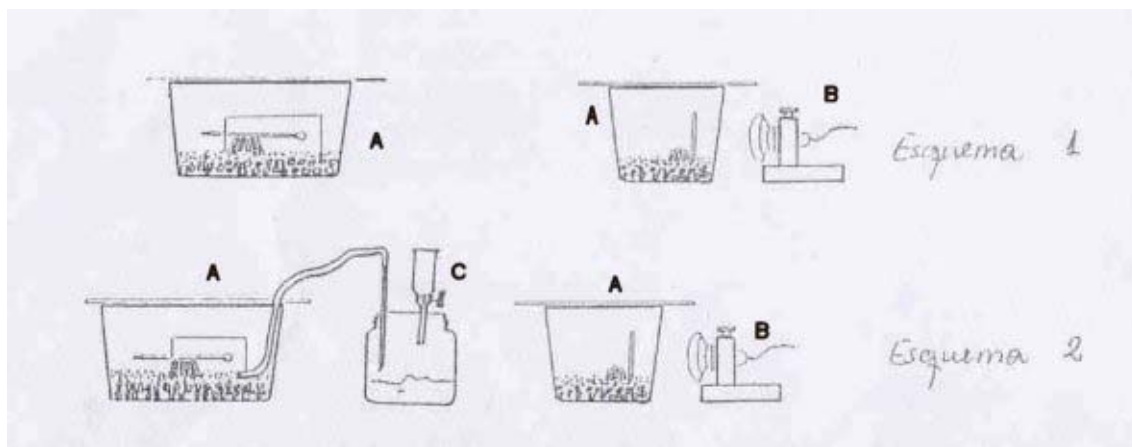


Fig. 1: Disseny de l'experiment realitzat pel professorat del CEIP Joc de la Bola. Esquema 1: disseny sense atmosfera de CO_2 (control). Esquema 2: disseny amb atmosfera de CO_2 . A: aquari o recipient de vidre o plàstic; B: làmpada infraroja; C: recipient on es produeix CO_2 ;

Un cop llegida aquesta experiència responeu les següents preguntes:

Qüestionari 1:

1. Quin problema investiguem amb aquesta experiència ?
2. Formuleu una hipòtesi dels resultats que obtindreu.
3. Quina és la variable independent ? o sigui, quina variable ambiental modifiquem?
4. Quina o quines són les variables dependents ? o sigui, quina o quines variables observem ? són variables qualitativa o quantitatives?
5. Quins inconvenients creieu que poden sorgir durant la realització de l'experiència ? Hi ha alguna variable que no controlem ?

Disseny i realització d'una nova experiència sobre l'efecte hivernacle

A continuació, tenint en compte, el plantejament anterior, dissenyareu i realitzareu una nova experiència sobre els efectes del CO₂ a l'atmosfera. Per fer-ho se us proporciona:

1. Una llista material que podeu utilitzar o no
2. Procediment per configurar la captació, enregistrar i guardar les dades amb el sensor de temperatura.
3. Un petit qüestionari per guiar el vostre disseny

Material i equipament

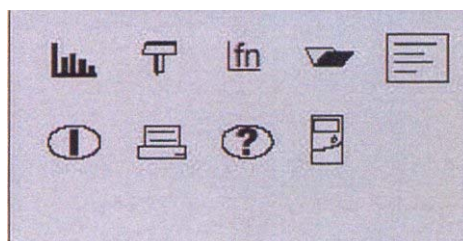
Equipament de sensors – 1 consola Multilog – 1 connexió USB – 4 sensors de temperatura	Reactius – Aigua destil·lada – Glucosa – Llevat Altres materials – 3 recipients de vidre, d'uns 2 litres de capacitat amb tapa de plàstic – 2 vasos petits de vidre – 1 bombeta IR de 250 W – Làmpada o portabombetes adequats per a la bombeta IR (aconsellable de porcellana, les de plàstic es cremen) – LLUM SOLAR !!!! – plastilina.
---	--

Procediment per configurar la captació, enregistrar i guardar les dades amb la consola desconnectada de l'ordinador

Podem realitzar captacions amb la consola desconnectada de l'ordinador. Després descarregarem les dades al nostre ordinador per a estudiar els resultats obtinguts. Cal seguir els següents passos:

Captació de dades amb la consola

1. Connecteu els sensors de temperatura a les entrades I/O-1, I/O-2,... de la consola. Sempre seguint aquest ordre. El nombre de sensors de temperatura depèn del disseny de la vostra experiència.
2. Poseu en marxa la consola amb el botó . Se us obrirà la pantalla del menú principal:



3. Per a configurar la captació "cliqueu" damunt la icona . Se us obrirà la següent pantalla:



4. Aquesta pantalla ens indicaria que estan connectats quatre sensors de temperatura, que s'agafaran 10 mostres cada segon i un total de 500 mostres. Per canviar la configuració podeu fer pujar i baixar la fletxa "→" amb el botó



. Per canviar els valors de la velocitat , del nombre de mostres, ...



utilitzareu els botons i . Podeu obtenir així una configuració com la següent:



5. Per tornar a la pantalla del menú principal premeu el botó



6. Per iniciar la captació premeu damunt la icona  . Se us obrirà una pantalla amb els valors que està registrant, així com el número de la captació. És convenient apuntar aquest número en un paper a part, així com les condicions en que es realitza la captació.

7. La captació finalitzarà automàticament al recollir-se el nombre de mostres que hagueu programat. Si voleu aturar la captació n'hi haurà prou amb prémer el



botó .

Transferència de les dades a l'ordinador

Per passar les dades recollides al nostre ordinador farem el següent:

1. Connecteu la consola amb el vostre ordinador amb el cable USB. Poseu en marxa la consola amb el botó



2. Obriu el programa "Multilab" al vostre ordinador.

3. Desplegueu el menú "**Enregistrador**" i seleccioneu "**Descàrrega selectiva**". D'entre els números que apareixen trieu aquell que correspon al número de la captació que heu realitzat. Si la captació que ús interessa és la última, podeu



anar directament a la icona .

4. A partir d'aquest moment podeu analitzar les dades obtingudes

Procediment per configurar la captació, enregistrar i guardar les dades amb la consola connectada de l'ordinador.

Per tal de registrar, amb la consola connectada a l'ordinador, la temperatura d'un recipient exposat a les radiacions infraroges podeu seguir el següent protocol

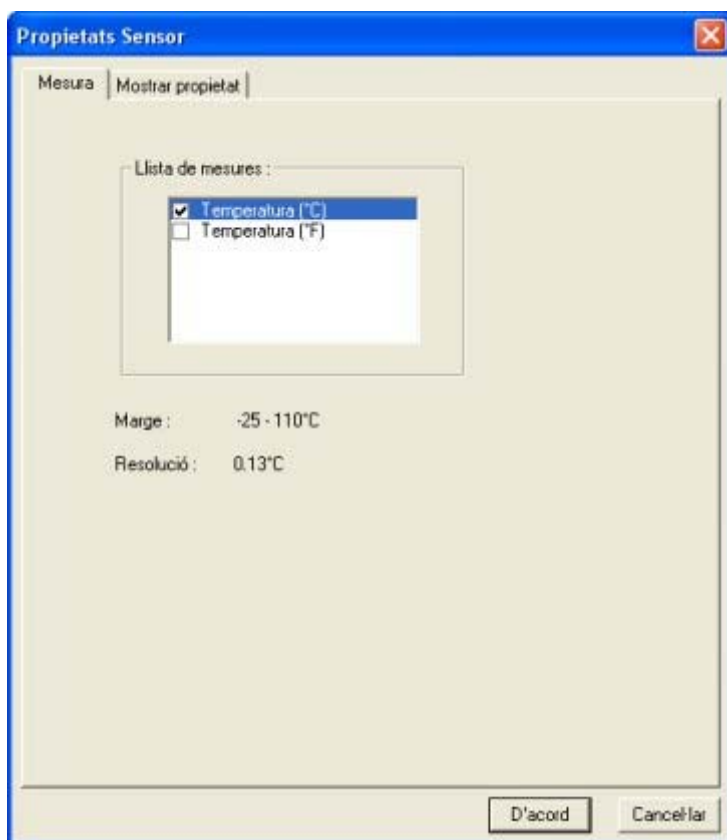
1a part: Configurar la captació de dades

1. Connecteu la consola "Multilog" a l'ordinador amb el cable USB.
2. Connecteu el(s) sensor(s) de temperatura a la consola començant per l'entrada I/O-1
3. Premeu el botó  de la consola.
4. Obriu el programa "Multilab" a l'ordinador prement la icona  "Multilab"
5. Seleccioneu la icona  "Configurar ajudant" o bé aneu a la barra de menús i obriu "Configurar ajudant/temps continu". S'obrirà la següent pantalla:

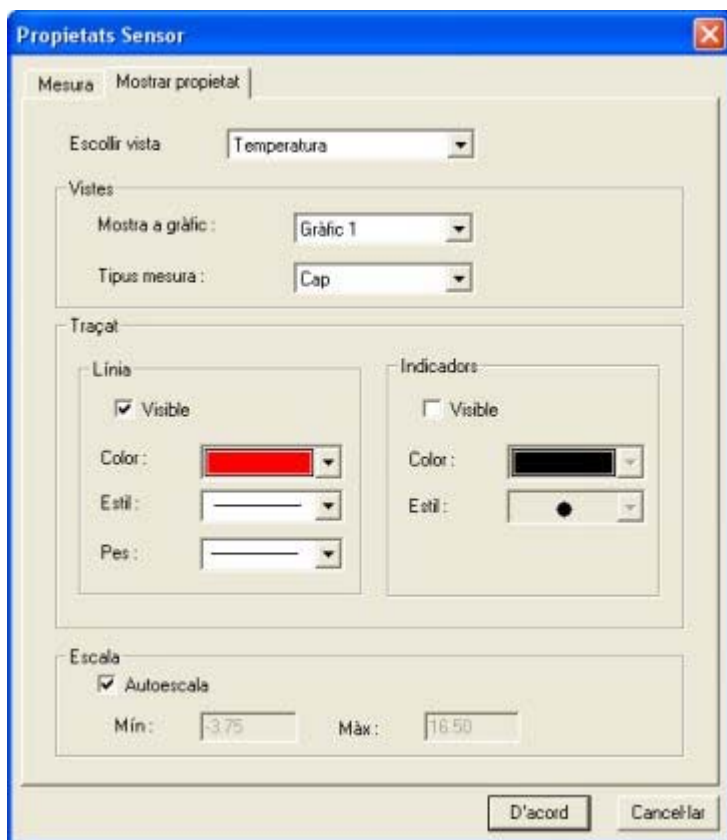


Podem comprovar que l'ordinador detecta a l'entrada 1 el sensor de temperatura. Si hagués més d'un sensor els detectaria a les entrades següents.

6. Premeu sobre la icona . S'obrirà la pantalla "Propietats del sensor".



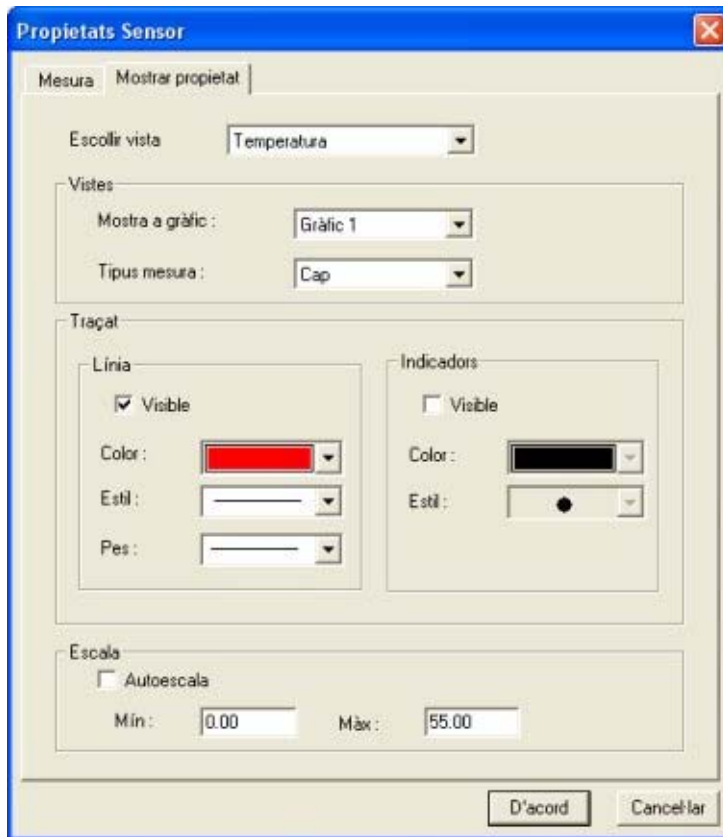
7. Premeu sobre la pestanya **“Mostrar propietat”**. S’obre la pantalla **“Propietats Sensor”**:



En aquesta finestra podem modificar el “traçat”. En algunes experiències pot ser convenient modificar el “Color de la línia”

També podem modificar l’escala,

8. Sobre aquesta mateixa finestra modifiqueu l'escala. Per fer-ho:



Desactiveu l'opció “**Autoescala**” del rectangle “escala”.

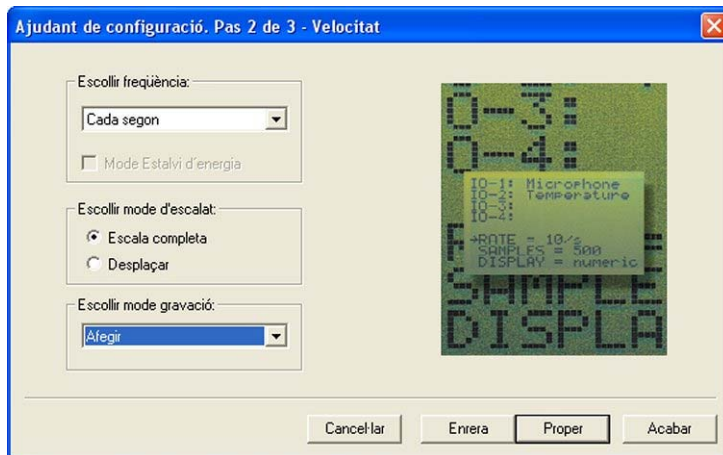
Introduïu dins dels requadres aquells valors que considerem convenient; per exemple: mínim 0 i màxim 80. Aquests són els valors mínim i màxim que hi haurà al eix vertical del gràfic que obtinguem. En el nostre cas vol dir temperatures entre 0 i 80 °C.

9. Premeu “**D’acord**”. Tornarà a aparèixer la pantalla:



10. En el cas que hi hagi més d'un sensor de temperatura, repetireu els passos 6 a 9 per a cadascuna de les entrades. Finalment premeu “**Proper**” per passar a la següent finestra.

11. Escolliu la freqüència de les mostres i el mode de captació:

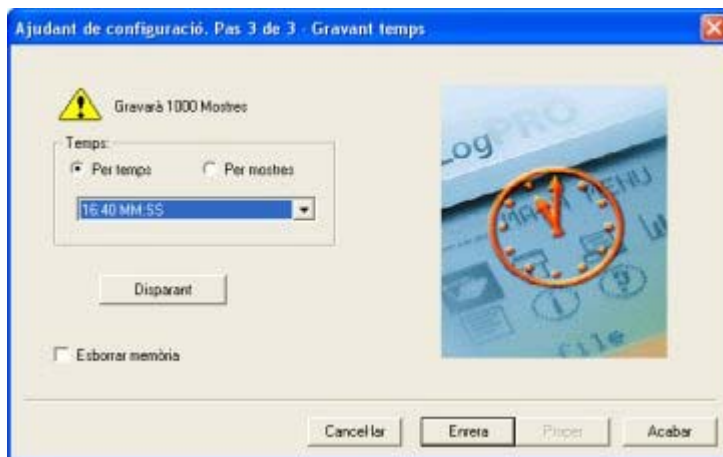


Per exemple cada segon.

Dins del mode de captació seleccioneu “Afegir”

Premeu “**Proper**” per passar a la següent finestra.

12. Seleccionem el temps de l'experiència:



En el nostre cas escolliu l'opció “**per temps**” i “**16:40mm:ss**”.

Finalment premeu “**Acabar**” per finalitzar la configuració

2a part: Realització de l'experiència, adquisició i enregistrament de les dades

1. Introduïu el sensor de temperatura dins del recipient de vidre. El podem fixar amb plastilina per a que no es mogui.

2. Inicieu l'enregistrament de dades prement el botó **Executar** .

3. Espereu a que passi el temps programat.

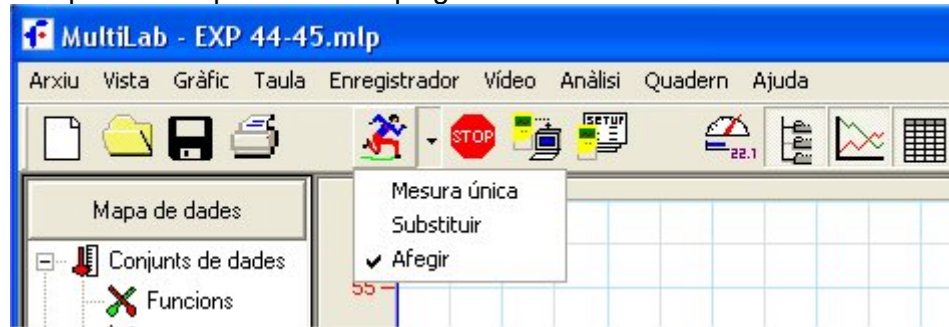
4. Editar i afegir la taula al projecte

- Premeu la icona “**Editar taula**”  que hi ha sota la taula de dades.
- Poseu nom a la taula i premeu “**D'acord**”.

- Premeu la icona “**Afegir taula al projecte**”  que hi ha sota la taula de dades.

5. Editar i afegir el gràfic al projecte

- a. Premeu la icona **“Editar gràfic”**  que hi ha sota el gràfic.
 - b. Poseu nom al gràfic (és convenient que sigui el mateix que té la taula corresponent) i premeu **“D’acord”**
 - c. Premeu la icona **“Afegir gràfic al projecte”**  que hi ha sota al gràfic.
6. Realitzeu una nova captació amb el Mode “Afegir”. Comprovant que la escala de temperatura estigui entre 0 i 55 °C. Per comprova que el mode de captació és correcte podeu comprovar-ho desplegant el menú



7. Editeu amb noms diferents als anteriors les taules i els gràfics i afegiu-los al projecte segons com s'indica als passos 4 i 5

D'aquesta manera haureu obtingut un gràfic amb dues línies que corresponen a les dues captacions.

3a part: Guardar les dades:

Si els resultats obtinguts són satisfactoris és convenient guardar el gràfic i la taula per si cal discutir els resultats en dies posteriors. Per fer-ho cal:

1. Guardar l'experiència en una carpeta
 - a. Obriu el menú **“Arxiu”** i trieu l'opció **“Guardar com a ...”**. O premeu directament a la icona **“Guardar”** 
 - b. Escolliu la carpeta on guardar l'experiment, doneu nom a l'experiència (pot ser el mateix que té la taula i el gràfic) i premeu **“Guardar”**.

Plantejament del problema i formulació de les possibles hipòtesis prèvies

Per tal de dissenyar la vostra experiència, llegiu atentament els següents apartats:

1. Identificació del problema a o problemes a investigar

Quin problema podem investigar amb el material que tenim? Necessitem tot el material de la llista? Podem plantejar diferents models d'experiments? Quines diferències hi ha amb el problema que volíem investigar amb el disseny experimental de la introducció? Escalfen igual les bombetes IR i les radiacions IR del sol?

2. Formulació d'hipòtesis avaluables

Formuleu una hipòtesi o resposta al problema, que pugueu contrastar amb l'experiment que dissenyeu

3. Identificació de variables dependents i independents.

Quina és la variable independent? Quina variable ambiental modifiquem? Poden haver altres variables?

Quina o quines són les variables dependents? Quina o quines magnituds observem? Són les mateixes variables que observàvem amb el disseny experimental de la introducció? Són variables qualitatives o quantitatives? Per a que ens pot servir el llevat i la glucosa?

Disseny i muntatge de l'experiència

Planifiqueu per escrit el procediment que seguireu. Dividiu el procediment en etapes explicant què fareu en cadascuna i per què.

Consulteu al vostre professor/a sobre aquest procediment

Execució de l'experiència

Realitzeu l'experiència tal i com l'heu planificat. Un cop finalitzada exporteu les dades obtingudes al vostre ordinador de treball. Guardeu els gràfics i les taules obtingudes



Riscos i gestió dels residus:

No s'ha de mirar directament la llum emesa per les bombetes IR

Anàlisi de les dades

Analitzeu i valoreu les taules i gràfics obtinguts.



Compte!

Comproveu que els eixos d'ordenades estiguin tots a la mateixa escala. Si no és així haureu d'anar a "**propietats del gràfic**", suprimir l'"**autoescalat**" i canviar l'escala als paràmetres que creieu convenientes

1. Han sortit els resultats esperats?
2. Els resultats obtinguts us confirmen la vostra hipòtesi o la rebutgen?

3. Creieu que el mètode que heu utilitzat ha estat correcte? Introduiríeu algunes variacions ?
4. S'observem grans diferències entre els diferents models d'experiments?

Si cal redissenyeu l'experiència i realitzeu-la de nou.

Conclusions

Feu, individualment, una V de Godwin sobre l'experiència que heu realitzat (treball per realitzar casa).

Discussió dels resultats (amb tot el grup-classe)

Partint del treball individual realitzat a casa (V de Godwin), feu una posta en comú, el dia següent. Es tractaria, per tant, de realitzar una nova "V de Godwin".

Qüestionari de repàs

1. Quina és l'efecte del CO₂ a l'atmosfera?
2. Quins són els agents causants de l'augment de CO₂ a l'atmosfera?
3. El CO₂ és una substància tòxica?
4. Quines mesures es poden prendre per reduir l'emissió del CO₂ a l'atmosfera?
5. I per compensar l'excés de CO₂ a l'atmosfera?
6. Hi ha alguns altres factors que produeixin l'augment de temperatura de l'atmosfera ?

Fotografia i mesures amb escàner

Material per al professorat

Reflexió sobre el problema de la macrofotografia digital, objectius, ubicació dins del currículum i nivell d'investigació

Reflexió prèvia sobre la fotografia digital a les aules de ciències

Amb l'arribada a les aules de ciències dels microscopis amb càmera digital incorporada als diferents instituts, el professorat de Biologia i Geologia ja pot realitzar, amb relativa comoditat, fotografies microscòpiques d'una qualitat força acceptable. A més a més, amb el programa "Motic Images Plus", també podem realitzar mesures molt fiables d'aquestes imatges.

De totes maneres no passa el mateix quan es tracta de fotografiar objectes opacs de petit tamany, objectes que sempre hem observat amb lupa, però que no podem retratar per no disposar del material necessari. Aquest és el cas de les flors o les seves parts, fòssils, closques, cristalls, ...

Tot i així cal dir que les "Aules de formació de Ciències" sí disposen de lupa amb càmera digital incorporada.

Les propostes que a continuació es realitzen són bàsicament dues:

- Per un costat realitzar fotografies d'aquests objectes amb un escanner, així com calcular els augments obtinguts a la impressió
- Per un altre costat, realitzar mesures sobre els objectes fotografiats, utilitzant el programa "Motic Images Plus",

Objectius

- Ensenyar a l'alumnat a obtenir fotografies digitals a partir de l'escanner.
- Reflexionar sobre el tamany real, el tamany de la impressió i el nombre d'augments.
- Aplicar el programa "Motic Images Plus" per realitzar algunes mesures dels objectes fotografiats.



Ubicació dins del currículum

Aquesta tècnica hauria de ser utilitzada sobretot en alumnat de Batxillerat, ja que la realització de certs càlculs pot ser lleugerament complexa. De totes maneres també pot dirigir-se a alumnat d'ESO amb facilitat pels càlculs matemàtics i geomètrics.

En quan als camps de coneixements al que es pot aplicar la tècnica poden ser molt diversos: botànica, estudi d'invertebrats, mineralogia, ...



Nivell d'investigació

Per analitzar el nivell d'investigació del treball experimental que realitza el nostre alumnat podem seguir la proposta de Herron (1971) i Tamir (1989). Aquest marc d'anàlisi queda reflectit en la següent taula:



Nivell d'investigació	Qui proporciona...		
	... el problema a investigar?	... el disseny experimental?	... la resposta?
0	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text
1	El professorat o el llibre de text	El professorat o el llibre de text	L'alumnat
2	El professorat o el llibre de text	L'alumnat	L'alumnat
3	L'alumnat	L'alumnat	L'alumnat

Inicialment es tracta de proporcionar a l'alumnat una tècnica de treball, pel que el nivell d'investigació és 0. Posteriorment, es tracta que l'alumnat adquireixi seguretat en l'ús d'aquesta tècnica i proposi nous dissenys amb aquesta tècnica (nivell 1 i 2). O, fins i tot, proposi noves investigacions.

Esquema general de l'experiència



1. EXPLICACIÓ sobre com realitzar fotografies amb l'escàner. Ampliació d'aquestes fotografies. Qualitat de les imatges ampliades. Nombre de píxels per polzada.

2. DISCUSSIÓ sobre el tamany real i el tamany augmentat de les fotografies, càlcul d'augment

3. CALIBRACIÓ de l'escàner amb el programa "Motic Images Plus",

4. MESURA d'alguns dels objectes fotografiats.

5. PLANTEJAMENT de noves experiències utilitzant aquesta metodologia.

Material i equipament necessari

Equipament Motic – Programa "Motic Images Plus"	Altres materials – escàner Materials per a observar – flors, fulles, ... –
---	--

Altres orientacions didàctiques

Temporització

- ½ hora per l'explicació dels punts 1 i 2 de la tècnica
- ½ hora per a que l'alumnat adquireixi seguretat en aquestes tècniques.
- ½ hora per a l'explicació dels punts 3 i 4
- ½ hora per a que l'alumnat adquireixi seguretat en aquestes tècniques i discuteixi el punt 5.

Propostes de recerca

Un cop dominada la tècnica i analitzats els seus avantatges i inconvenients, es poden fer noves propostes de recerca. Aquí en donem unes quantes. Així mateix, al final d'aquest protocol afegim un annex amb imatges obtingudes sobre algunes d'aquestes propostes.

Propostes de treball:

- Fotografia de flors.
- Fitxes de plantes amb les parts més rellevants: flors, fruits, llavors, ..
- Fotografia d'insectes i/o de les seves parts.
- Fotografia i mesures de cargols i altres mol·luscs.
- Fotografia i mesures de fòssils.
- Fotografia, observació
- Càlcul de la superfície foliar
- Càlcul de la mitjana d'algunes mesures

Orientacions tècniques

En el nostre cas hem utilitzat un escàner "hp scanjet 3530c".



Advertiments sobre els riscos i la gestió dels residus

No hi ha cap tipus de risc

Compte de no ratllar el vidre de l'escàner

Fotografia i mesures amb escàner

Material per a l'alumnat

Introducció i plantejament del problema

Amb l'arribada als laboratoris de Ciències de microscopis amb càmera digital incorporada, l'alumnat de Biologia i Geologia ja pot realitzar, amb relativa comoditat, fotografies microscòpiques d'una qualitat força acceptable.

A més a més, amb els programes de tractament d'imatges es poden millorar les fotografies obtingudes i, fins i tot, realitzar mesures dels cossos observats.

De totes maneres no passa el mateix quan es tracta de fotografiar objectes opacs de petit tamany, objectes que sempre hem observat amb lupa, però que no podem retratar amb càmera digital per no disposar d'una lupa amb càmera digital incorporada. Aquest és el cas de les flors o les seves parts, dels fòssils, de les closques de mol·luscs, dels cristalls, ...

Les propostes que a continuació es realitzen són bàsicament dues:

- Per un costat realitzar fotografies d'aquests objectes opacs amb un escàner, així com calcular els augments obtinguts a la impressió
- Per un altre costat, realitzar mesures sobre els objectes fotografiats, utilitzant el programa "Motic Images Plus",

Objectius

A nivell d'alumnat la seqüència d'objectius a aconseguir seria:

- 1r. Obtenir fotografies digitals d'objectes i cossos d'interès científic.
- 2n. Augmentar aquestes imatges, si s'escau.
- 3r. Realitzar mesures precises d'aquests cossos

Material i Equipament

Equipament Motic – programa "Motic Images Plus"	Altres materials – escàner Materials per a observar – flors, fulles, ... –
---	--

Procediment

1. Realització de fotografies amb l'escàner

Per a realitzar fotografies amb escàner seguirem el següent procediment:

1. Col·locarem l'objecte a fotografiar (per exemple una flor) sobre la superfície de l'escàner. Tal i com s'indica a la figura 1.



Fig. 1 : Col·locació de l'objecte a l'escàner

2. Situem dos suports, preferiblement de color blanc al voltant de l'objecte, tal i com s'indica a la figura 2.



Fig. 2 : Col·locació dels suports al voltant de l'objecte

3. Taparem l'objecte amb la tapa de l'escàner (figura 3). A partir d'ara ja podrem realitzar la foto de l'objecte.

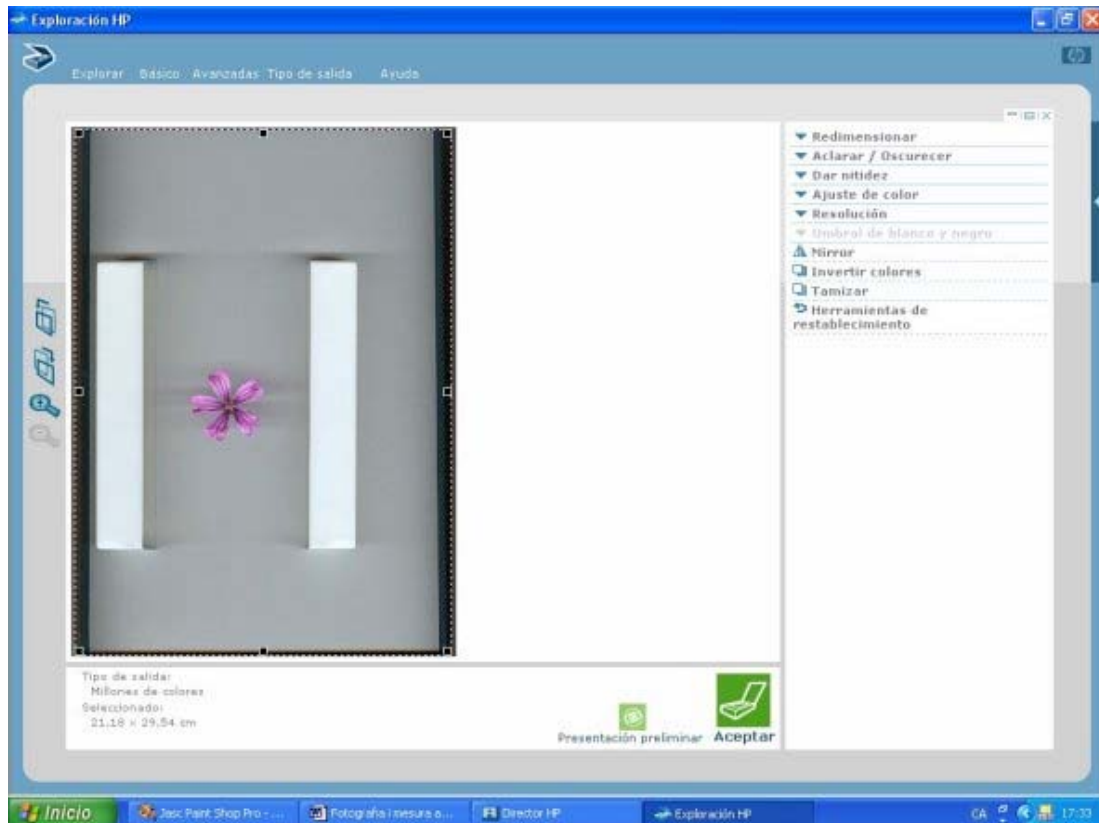


Fig. 3 : Col·locació de la tapa de l'escàner

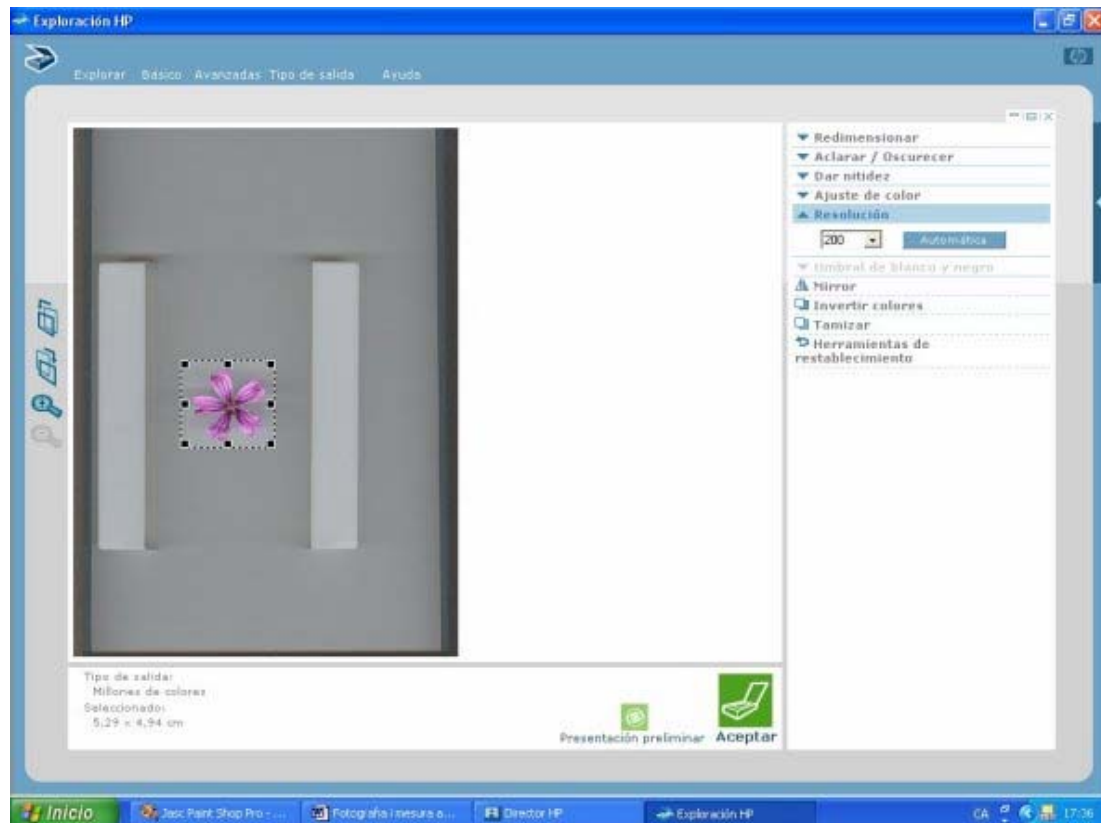
4. A continuació obrirem el programa per "escanejar". En el nostre cas se'ns obre el següent menú:



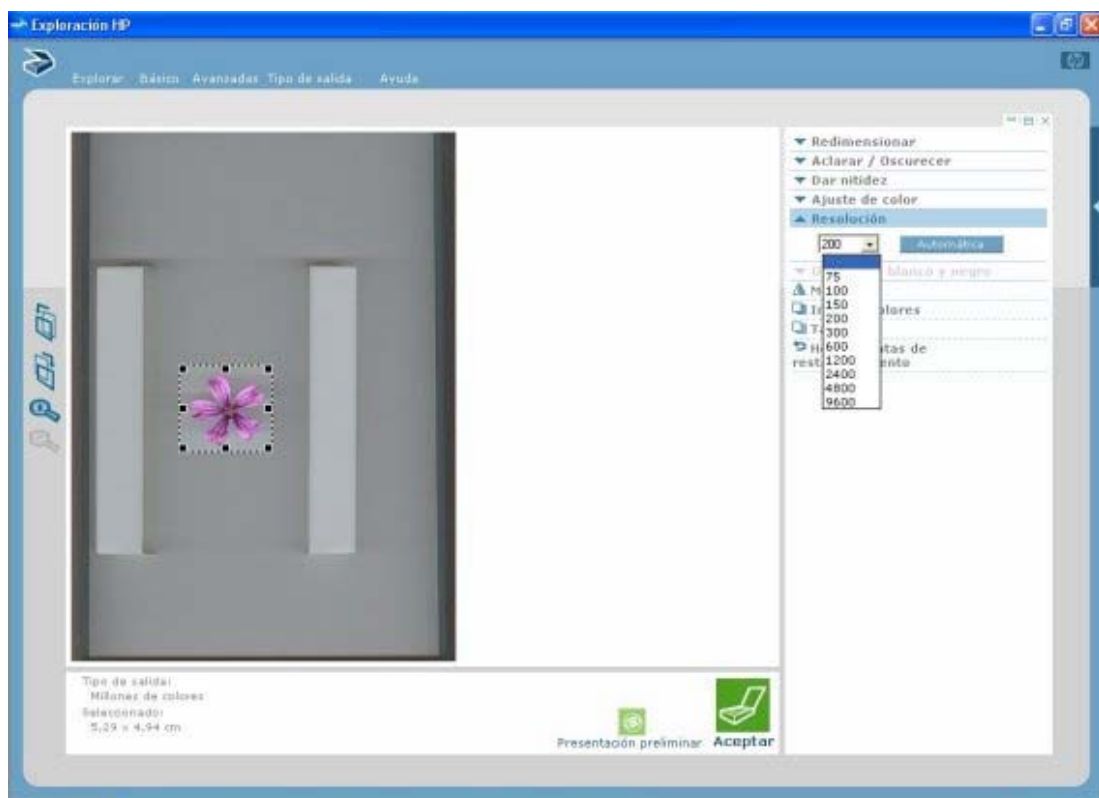
5. D'aquest menú premem sobre la icona "Explorar imagen". Se'ns obrirà, a continuació la següent pantalla amb la imatge del objecte que volem escanejar. Cal que ens fixem que en aquest moment, l'àrea a escanejar és de 21,18 x 19,54 cm. Aquesta informació està a baix a mà esquerra de la pantalla.



6. Redimensionarem l'àrea a escanejar situant el cursor sobre els quadrats negres del marc de la foto, reduint l'àrea a un rectangle més petit. En el nostre cas de 5,29 x 4,94 cm.



7. Escollirem ara la resolució de la fotografia. Per això anirem als menús de la dreta i premerem sobre "resolució". Per defecte, el nostre programa escull la resolució de 200 ppp (píxels per polzada). Però nosaltres podrem desplegar les diferents opcions "prement" la fletxa avall.



8. En el nostre cas escollirem l'opció de 75 ppp (píxels per polzada), tot i que no és l'opció més aconsellable. Un cop escollida aquesta opció premerem sobre "Acceptar". El resultat obtingut és el de la figura 4:



Fig. 4: Foto de *Malva sylvestris*. Realitzada amb escàner a 75 ppp, Tamany de 5,35 x 5,42 cm., o 160x158 píxels. Espai en memòria de 22,5 Kb.

9. Guardarem la foto en la carpeta que ens sembli més adient. I li donarem un nom a la foto. Sempre és bo, en aquest nom, recordar la resolució a la que s'ha efectuat l'escanejat. Per exemple "Malva a 75 ppp"

2. Augment de les fotografies. Tamany d'impressió i tamany a la pantalla de l'ordinador. Qualitat de les imatges.

En el cas de l'apartat anterior hem obtingut una fotografia sense augmentar ni disminuir el tamany. Podem dir, doncs, que la foto obtinguda és a tamany real, o sigui, a 1X (1 augment). Però com ho faríem si volem imprimir una foto a 3X (3 augments), o la volem projectar o volem fer ampliacions de 30x45 cm ?? Quins seran els resultats obtinguts i la qualitat d'aquests?.

Tot i que hi ha diferents programes per ampliar les fotos, imprimir-les augmentades, ... nosaltres explicarem només com fer-ho dins d'un text de "Word". Serà suficient per entendre el problema del tamany en píxels de la foto, la resolució (en ppp) i la qualitat final de la foto.

Exemple 1: escanejat inicial de 75 ppp

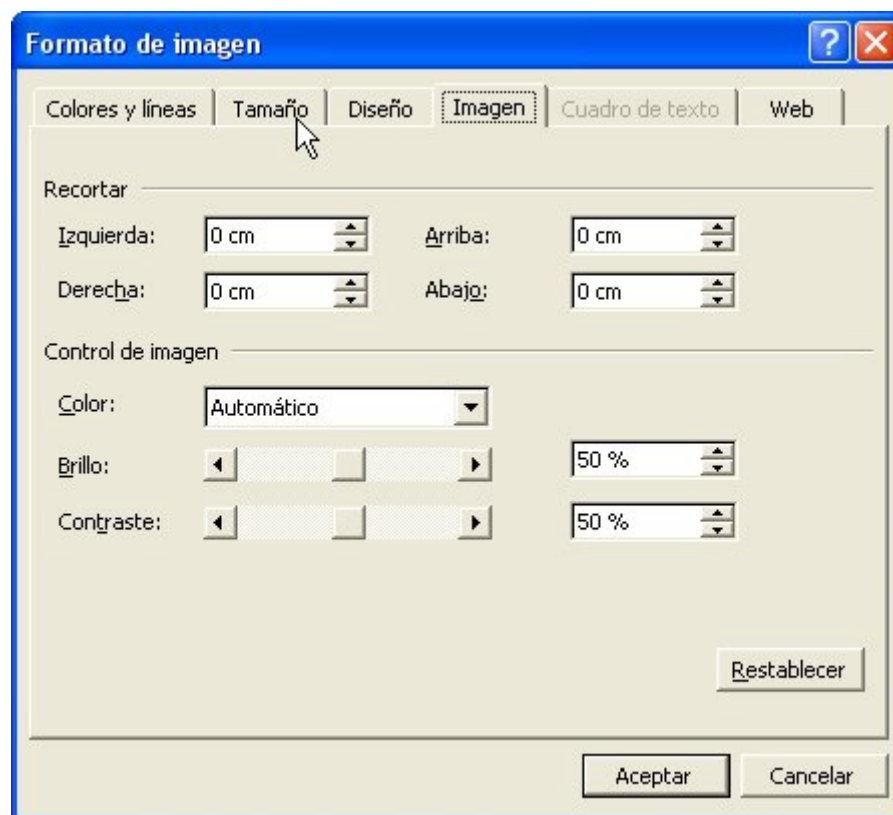
1. Amb el programa "Word" inserirem la foto de la figura 4 a partir del menú "insertar" → "imatge" → "des d'arxiu" i escollirem l'arxiu on està guardada la imatge que ens interessa. Obtindrem una foto sense augmentar:



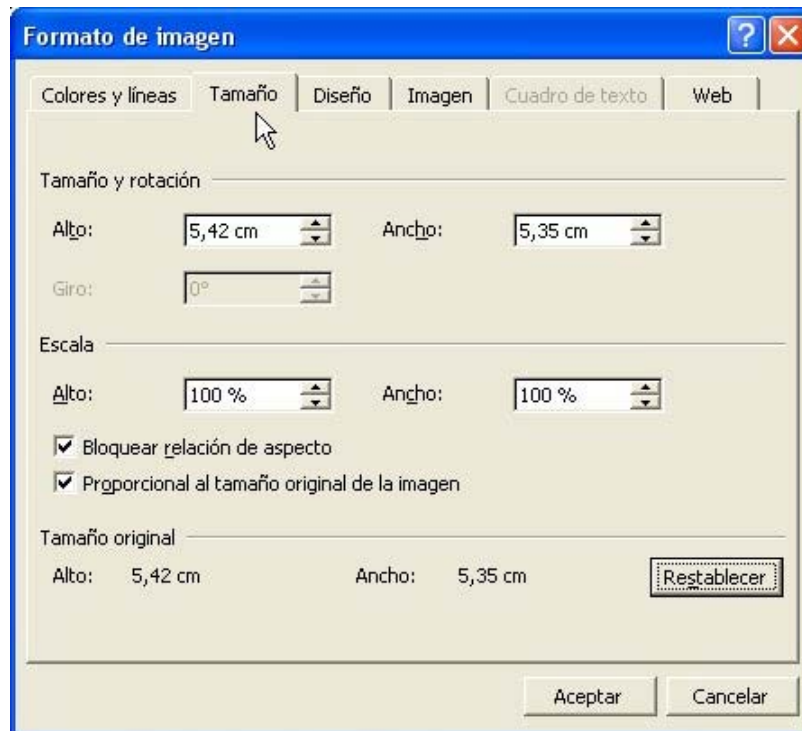
2. Col·locarem el ratolí damunt de la foto (fora de cap taula) i premerem amb el botó dret del ratolí. Obtindrem el següent quadre de diàleg.



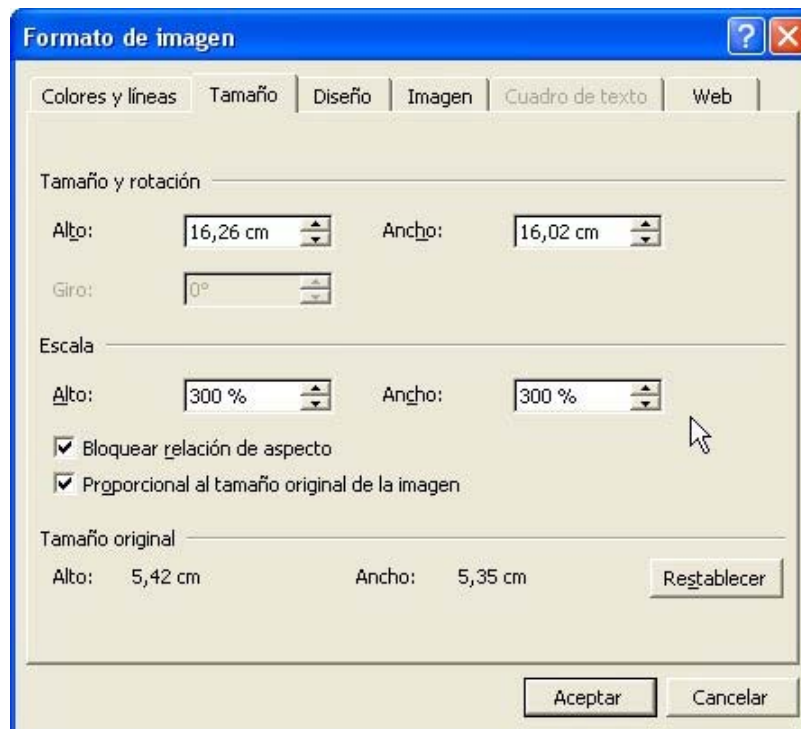
3. Premerem sobre “Format d’imatge” i obtindrem el següent quadre:



4. Escollirem la pestanya “Tamany”. Obtindrem un nou quadre:



5. Aquest quadre ens dona la següent informació sobre la nostra imatge: Amplada i alçada d'impressió de la imatge. Escala del 100%, o sigui la imatge no està ni augmentada ni disminuïda.
6. A continuació podem variar els paràmetres de l'escala. Per exemple si escollim 300% vol dir que augmentem 3 vegades la imatge. Com a conseqüència el nou tamany d'impressió de la imatge serà de 16,26x16,02 cm. A baix, del quadre tindrem el tamany original de la foto que sempre podrem restablir.



7. Si finalment premem “acceptar” obtindrem la foto augmentada 3 vegades.



Fig. 5: Foto de *Malva sylvestris*. Augmentada 3x, Tamany de 16,26x16,02 cm., o 160x158 píxels. Espai en memòria de 22,5 Kb.

Reflexions sobre la qualitat i el tamany de les imatges.

Podem observar que el resultat obtingut a la figura 5 és poc satisfactori. Al imprimir veiem els quadradets o píxels que formen la foto. Hem de pensar que a l'augmentar la foto 3 vegades hem fet el següent:

- Quan hem escanejat hem decidit el tamany de la foto en cm (o polzades). En el nostre exemple la foto tenia 5,4 cm d'alçada i 5,35 d'amplada. Una polzada són 2,54 cm. Per tant la nostra foto, inicialment, tenia quelcom més de 2,13 polzades d'alt i 2,11 polzades d'ample
- A l'escanejar també hem escollit la resolució. Hem escollit la més baixa possible: 75 ppp (píxels per polzada).
- A partir dels paràmetres anteriors podem conèixer l'alçada o l'amplada de la foto en píxels (o quadradets que formen la foto)

alçada o amplada en píxels	=	alçada o amplada en polzades	x	resolució en píxels per polzades
-------------------------------	---	---------------------------------	---	-------------------------------------

En el nostre exemple:

- alçada en píxels = 2,13 polzades x 75 píxels/polzada = 160 píxels
 - amplada en píxels = 2,11 polzades x 75 píxels/polzada = 158 píxels
 - Quan augmentem una foto digital tal com ho hem fet, el tamany en cm o polzades de la foto augmenta, però no augmenta el nombre de píxels, que és la informació que hi ha a dins de la foto o imatge. Com a conseqüència, quan augmentem el tamany d'una foto, el tamany de cada píxel també augmenta i la resolució de la foto o "quantitat de píxels/polzada" disminueix.
- En el nostre exemple la foto ha augmentat 3 vegades, com a conseqüència:
- els 160 píxels d'alçada s'han de repartir ara entre els 16,26 cm (6,4 polzades) que és la nova alçada de la foto.
 - si dividim l'alçada en píxels entre l'alçada en polzades, obtindrem 25 píxels per polzada.
 - O sigui, a l'augmentar la foto tres vegades, hem disminuït la resolució tres vegades.
 - Com el nombre de píxels de la foto original i de la foto ampliada és el mateix, conseqüentment, el tamany de la imatge a la memòria és el mateix

Com a conseqüència de la reflexió anterior veiem que si escollim una baixa resolució a l'hora d'escanejar, quan ampliem la imatge, obtindrem una foto de poca qualitat. En el següent exemple escanejarem una altra flor però amb més resolució.

Exemple 2: escanejat inicial de 600 ppp

En aquest exemple seguirem els mateixos passos que en l'apartat "Realització de fotografies amb l'escàner", però canviant la resolució que serà de 600 ppp. (pas núm. 8). El resultat obtingut és el següent:



Fig. 6: Foto de *Malva sylvestris*. Realitzada amb escàner a 600 ppp, Tamany de 4,87 x 5,36 cm., o 1152x1266 píxels. Espai en memòria de 162 Kb.

Si volem ampliar la foto tres vegades seguirem els mateixos passos que a l'exemple 1. El resultat obtingut serà el següent:



Fig. 7: Foto de *Malva sylvestris*. Augmentada 3x, Tamany de 14,61x16,02 cm., o 1152x1266 píxels. Espai en memòria de 22,5 Kb.

En aquest segon exemple a l'augmentar la imatge 3 vegades, la resolució de la imatge ha passat de ser 600 ppp a 200 ppp amb una qualitat força acceptable.

El fons negre s'ha aconseguit prescindint de la tapa de l'escàner.

Algunes consideracions a l'hora d'escanejar i ampliar imatges

A tall de resum cal que a l'hora d'escanejar i ampliar imatges tinguem en compte els següents punts:

- A l'hora d'escanejar una imatge és molt important decidir la resolució que utilitzarem.
- Aquesta resolució anirà en funció de la finalitat de la imatge: insertar-la en un text, insertar-la en una pàgina web, projectar-la, ampliar-la en un full dinA4, veure-la en una pantalla d'ordinador,...
- El més important serà la resolució del producte final . Podem considerar que una bona resolució d'impressió o de projecció és la de 100-200 ppp. Per tant, a l'hora de realitzar l'escanejat de l' imatge haurem d'utilitzar una resolució tantes vegades superior com augments vulguem fer de la imatge inicial. Per exemple: si volem obtenir una imatge augmentada 3 vegades a 200 ppp, l'escanejat s'haurà de realitzar a 600 ppp.

3. Tractament de les imatges escanejades amb el programa “Motic Images Plus 2.0”

Amb el programa “Motic Images Plus 2.0” podem realitzar el tractament de les imatges escanejades com si les haguéssim obtingut amb el microscopi amb càmera digital. Podem utilitzar les diferents eines que té el programa:

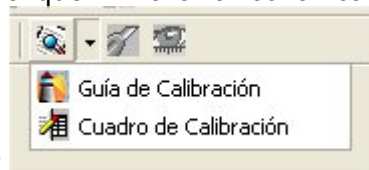
- eines de Word : copiar, enganxar, guardar...
- eines de tractament d'imatges: color, contrast, filtres,...
- però, sobretot les eines de mesurar objectes i l'eina “autocalcular”

Prèviament, però haurem de realitzar la calibració de l'escàner de manera similar a com ho fem per calibrar els objectius del microscopi amb càmera digital.

3.1. Calibració de l'escàner amb el programa “Motic Images Plus 2.0”

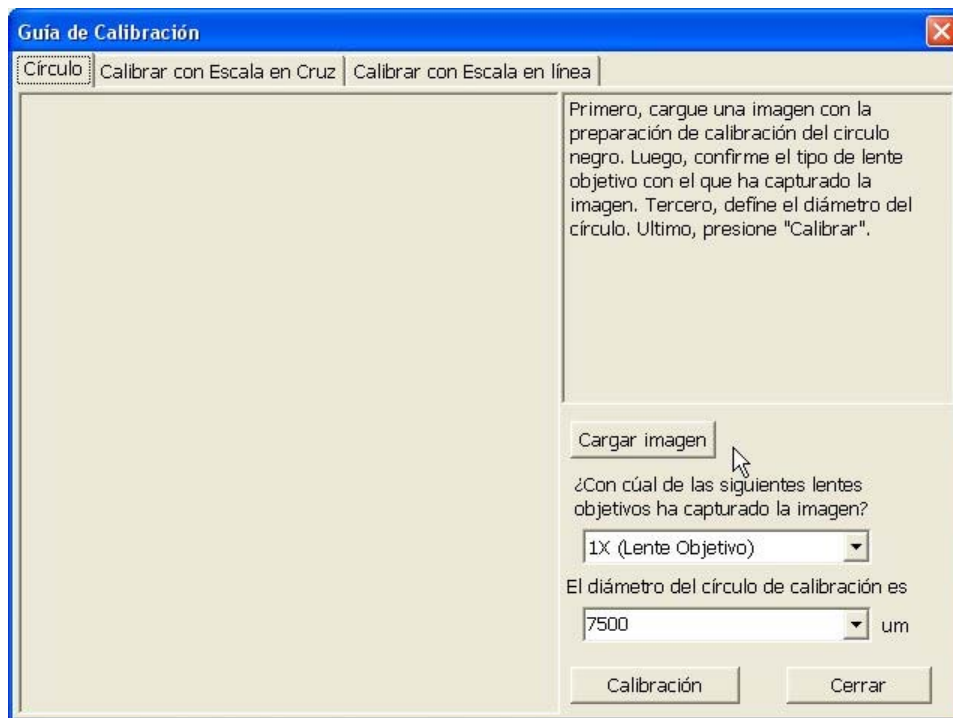
El procediment a seguir és el següent.

1. Escanejarem un punt circular seguint els passos indicats en l'apartat “1.Realització de fotografies amb l'escàner” d'aquest dossier. Caldrà però seguir les següents observacions:
 - a. El punt a escanejar ha de tenir algun dels següents diàmetres: 7,5mm, 4mm, 2,5mm, 2mm, 1,5mm, 1,2mm, 1mm. Podem utilitzar la preparació de calibració que hi ha la microscopi Motic, on trobareu que el punt més gran té un diàmetre de 1,5mm. A les papereries també podem trobar plantilles o productes similars per a dibuix lineal on hi ha punts de diàmetres concrets.
 - b. En el nostre cas escollirem el punt de 1,5mm de la preparació de calibració i l'escanejarem varies vegades a diferents resolucions. Aconsellem fer-ho a 100ppp, 200ppp, 600ppp, 1200ppp, 4800ppp o valors similars que tingui el nostre escàner.
 - c. Guardarem els punts escanejats amb un nom que sigui fàcilment identificable, per exemple “punt 1,5mm a 100 ppp”, “punt 1,5mm a 200 ppp”, ...
2. Obrirem el programa “Motic Images Plus 2.0”.
3. Desplegarem el menú “Mesurar” i el submenú “Guia de calibració” o despleguem la fletxa que hi ha a la icona “calibració”  i triem el menú

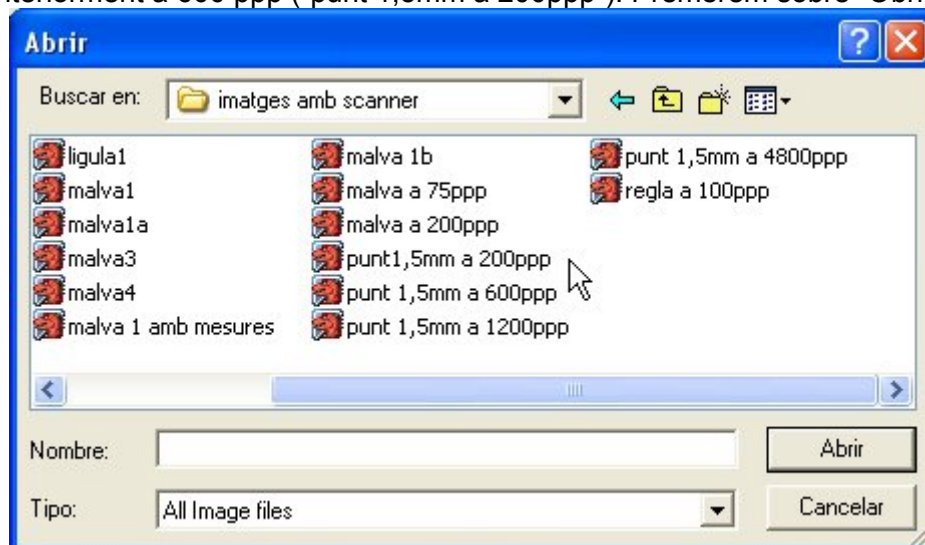


“Guía de calibració”

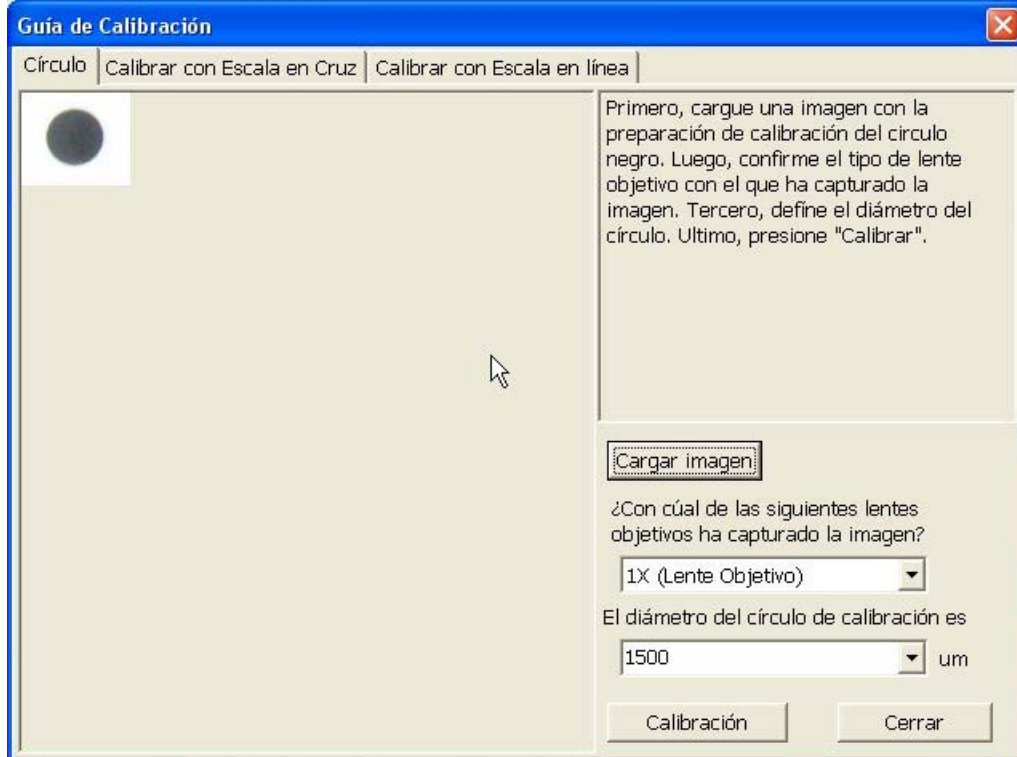
4. Ens apareixerà la pantalla per calibrar. Seleccionarem la pestanya “Círculo” i premerem el botó “Cargar Imagen”



5. Se'ns obrirà el menú "obrir". Aquí anirem a buscar el punt de 1,5mm escanejat anteriorment a 600 ppp ("punt 1,5mm a 200ppp"). Premerem sobre "Obrir"

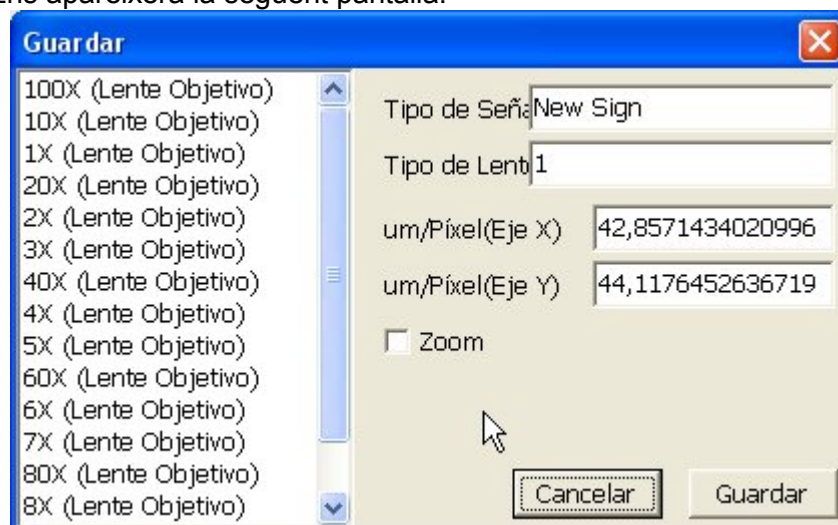


6. Se'ns tancarà la pantalla anterior i s'obrirà la següent finestra.



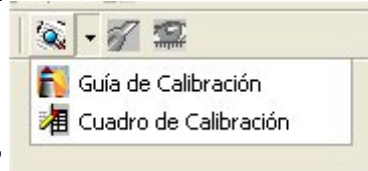
On podem veure que el punt de 1,5mm a 600ppp està situat en l'angle superior esquerra de la pantalla. El seu petit tamany és degut a la poca quantitat de píxels de la imatge.

7. Anirem ara als menús desplegable que hi ha a la part inferior dreta de la pantalla "Guía de calibració".
- A la pregunta "¿Con cuál de las siguientes lentes objetivos ha capturado la imagen?", contestarem "1X (Lente Objetivo)"
 - A la pregunta "El diámetro del círculo de calibración es" triarem "1500 um" (que vol dir 1500 micres, o sigui, 1,5mm)
 - Premerem sobre el botó "Calibración"
 - Ens apareixerà la següent pantalla:



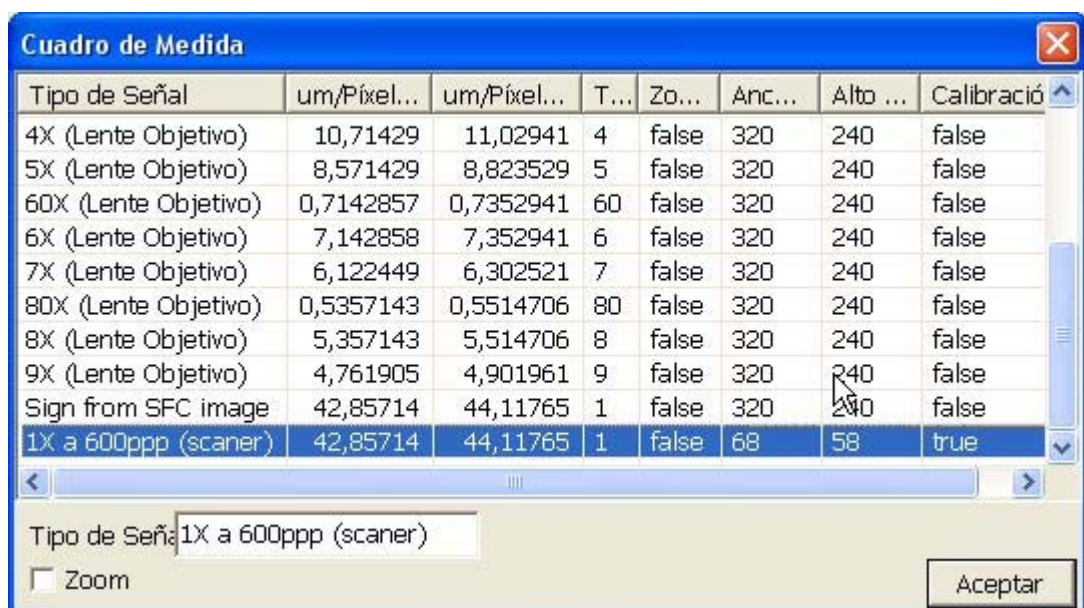
8. A la casella "Tipo de señal", esborrarem "New sign" i escriurem "1X a 600ppp (escàner)". A continuació premerem "Guardar".

9. Se'ns tancarà la finestra "Guardar" i ens quedarà la finestra "Guía de calibración". Primerem "Cerrar" per tancar aquesta finestra.
10. Comprovarem a continuació que la nova calibració està guardada. Per fer-ho Desplegarem el menú "Medir" i el submenú "Cuadro de calibración" o despleguem la fletxa que hi ha a la icona "calibració"  i triem el menú



"Cuadro de calibración"

11. Obtindrem la finestra "Cuadro de medida". Si anem a la part de baix d'aquesta finestra observarem que hi ha un nou "Tipo de señal" i que a la columna final, anomenada "calibración" hi figura el qualificatiu "true":



Tipo de Señal	um/Píxel...	um/Píxel...	T...	Zo...	Anc...	Alto ...	Calibració
4X (Lente Objetivo)	10,71429	11,02941	4	false	320	240	false
5X (Lente Objetivo)	8,571429	8,823529	5	false	320	240	false
60X (Lente Objetivo)	0,7142857	0,7352941	60	false	320	240	false
6X (Lente Objetivo)	7,142858	7,352941	6	false	320	240	false
7X (Lente Objetivo)	6,122449	6,302521	7	false	320	240	false
80X (Lente Objetivo)	0,5357143	0,5514706	80	false	320	240	false
8X (Lente Objetivo)	5,357143	5,514706	8	false	320	240	false
9X (Lente Objetivo)	4,761905	4,901961	9	false	320	240	false
Sign from SFC image	42,85714	44,11765	1	false	320	240	false
1X a 600ppp (scanner)	42,85714	44,11765	1	false	68	58	true

Tipo de Señal: 1X a 600ppp (scanner)

☐ Zoom

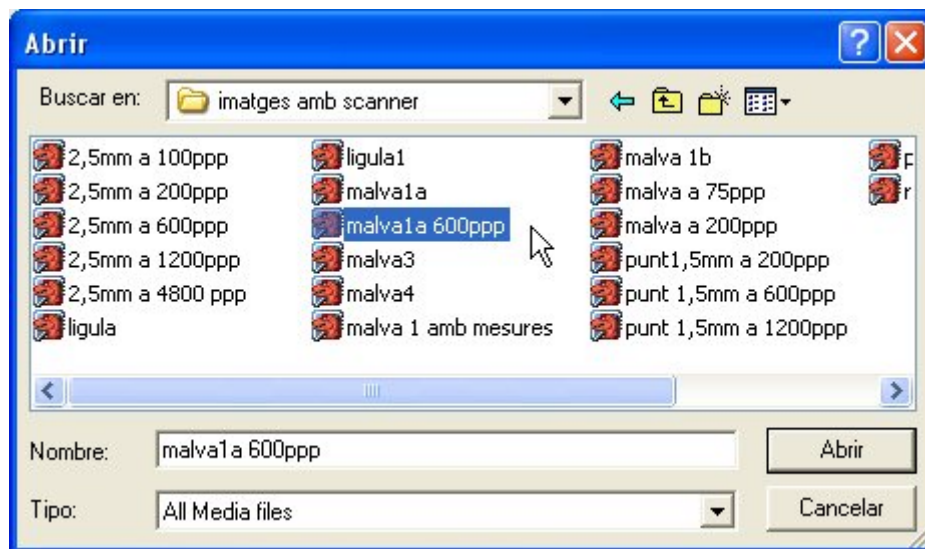
Aceptar

12. Haurem de repetir aquest procediment (des del pas 3 fins al 11) per a cadascuna de les resolucions amb les que haurem escanejat el punt de 1,5mm. O sigui, per a 100ppp, 200ppp, 1200ppp, 4800ppp.

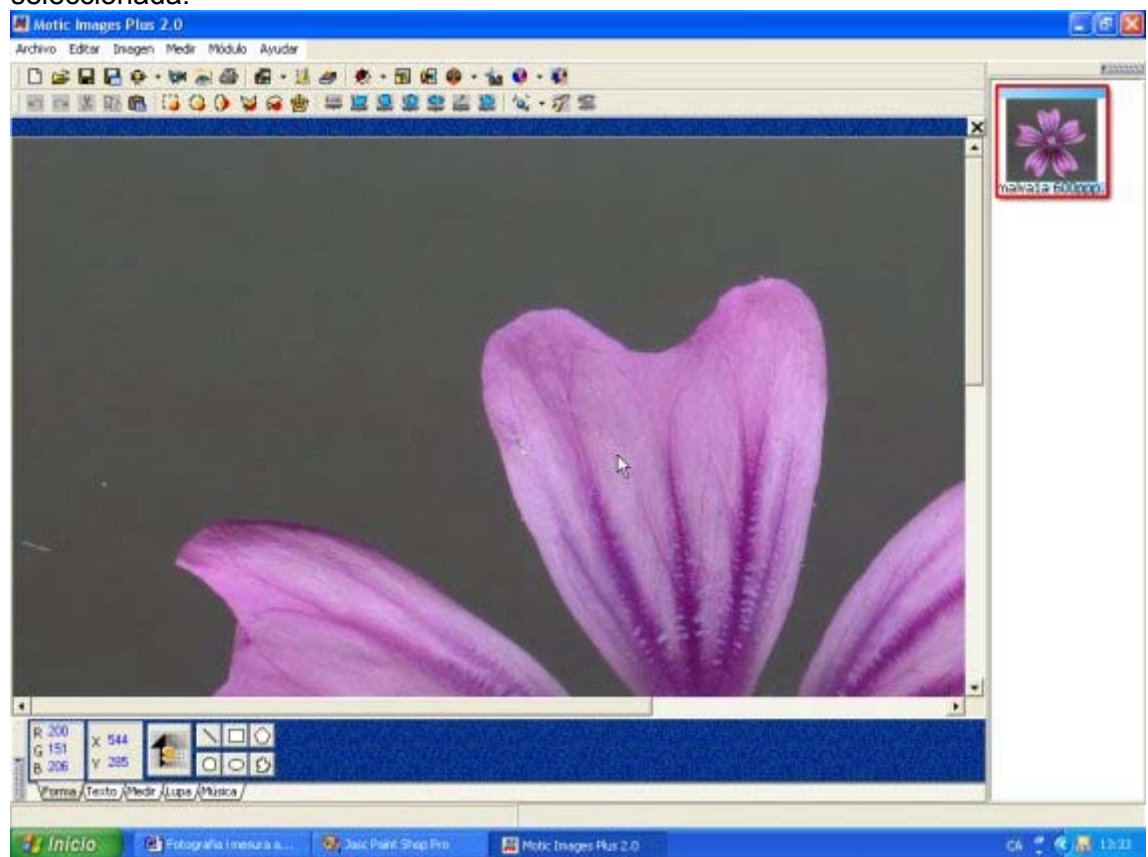
3.2. Realització de mesures amb el programa "Motic Images Plus 2.0"

Per realitzar mesures sobre una imatge escanejada realitzarem el següent procediment:

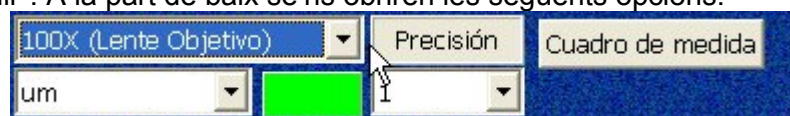
1. Obrirem el programa "Motic images Plus 2.0"
2. Anirem a buscar la imatge que ens interessa mesurar obrint el menú "Archivo" i el submenú "Abrir", o directament a la icona .
3. Dins de la finestra "Abrir" triem aquella imatge que volem mesurar. En el nostre cas triem la Malva que hem escanejat a 600 ppp i premem sobre la icona "Abrir". ÉS MOLT IMPORTANT CONÈIXER LA RESOLUCIÓ A LA QUE S'HA REALITZAT L'ESCANNEJAT.



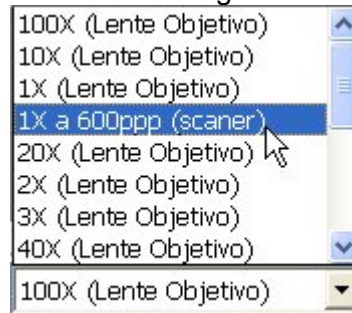
4. Obtenim la següent pantalla amb la imatge seleccionada:



5. Amb les barres laterals i horitzontals podem centrar aquella part de la imatge que vulguem mesurar.
6. Anem a la part inferior esquerra de la pantalla i premem sobre la pestanya "Medir". A la part de baix se'ns obren les següents opcions:



7. Despleguem la pantalla del nombre d'augment i triem "1X a 600ppp" scanner".

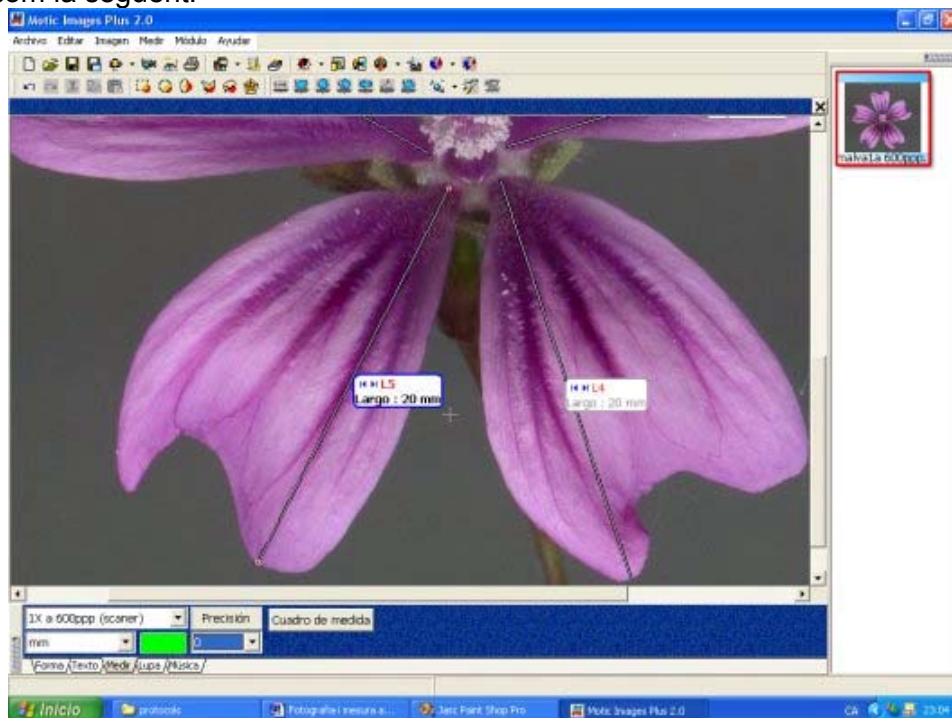


PER REALITZAR MESURES ÉS MOLT IMPORTANT TRIAR EL PUNT ESCANEJAT A LA MATEIXA RESOLUCIÓ QUE LA IMATGE QUE VOLEM MESURAR.

8. De la mateixa manera podem desplegar les opcions de la pestanya "medir" i podem escollir:
- les unitats en que volem realitzar les mesures (micres, mm, cm o polzades).
 - la precisió o nombre de decimals
 - el color de les línies que dibuixem
9. Un cop definits els paràmetres de la pestanya "Medir", anem a la "barra d'eines de mesurar", situada a la part superior de la pantalla.



10. Segons el tipus de mesura que vulguem realitzar premem sobre una icona o una altra. En el nostre cas premem sobre "Línea" .
11. Realitzem a continuació les mesures que vulguem, podem obtenir una imatge com la següent:



12. En el nostre exemple podem prémer sobre el botó “Cuadro de Medida” situat a baix a l'esquerra. Obtindrem un quadre com el següent

	Largo	Ancho	Alto	Area	Perímetro	Radio	Eje mayor	Eje menor	Angulo
L1	18 mm								
L2	22 mm								
L3	19 mm								
L4	20 mm								
L5	20 mm								

Exportar

amb la longitud dels cinc pètals. Aquestes dades es poden exportar després a un full de càlcul o similar.



Riscos i gestió dels residus

Compte de no ratllar el vidre de l'escàner amb objectes punxents.

Fotografia i mesures amb escàner

Annex: alguns exemples

Material per a l'alumnat

Plantejament d'hipòtesis i planificació de nous dissenys experimentals

A continuació hi ha un seguit d'exemples i d'idees de com combinar les imatges escanejades. A partir d'aquests caldria que us plantegeu nous treballs d'investigació i de recerca

1. Fotografies d'un flor composta: flor, capítol, lígula, ...

Una primera proposta és estudiar la morfologia floral d'una espècie determinada. En aquest cas s'han escanejat diferents parts d'una flor composta i s'han ampliat a diferents augments, realitzant mesures amb el programa "Motic". Els resultats obtinguts són els de les figures 1, 2 i 3.



Fig. 1: Flor de *Picris hieracioides* a 4X. Tamany en píxels: 838 x 768. Tamany inicial: 3,25cm x 3,55cm. Tamany final: 13cm x 14,21cm. Resolució inicial: 600ppp. Resolució final: 150ppp. Espai en memòria: 340Kb



Fig.2: Tall del capítol de la flor anterior a 6X. Tamany en píxels: 468 x 402. Tamany inicial: 1,7cm x 1,98cm. Tamany final: 10,21cm x 11,99cm. Resolució inicial: 600ppp. Resolució final:100ppp. Espai en memòria: 100Kb



Fig. 3: Lígula de la flor anterior a 12X (aproximadament). Importada al programa Motic on s'han realitzat les mesures. Resolució inicial 1200ppp. Resolució final: 96ppp.

Lògicament, es poden escanejar altres parts de la planta: fulles, tiges, fruits, ... i realitzar les mesures corresponents.

2. Fotografia de fulles: superfície foliar

Una altra opció és escanejar les fulles d'una determinada espècie. D'aquesta manera podem reduir el tamany de les fulles molt grans, cosa que no podríem fer amb una lupa de 10x.

A més a més d'observar els detalls de la imatge podem calcular la superfície foliar de cada fulla, per posteriorment obtenir la mitjana aritmètica. Per fer-ho procedirem de la següent manera:

1. Escanegem les fulles a 200 ppp i obtenim la imatge de la figura 4.

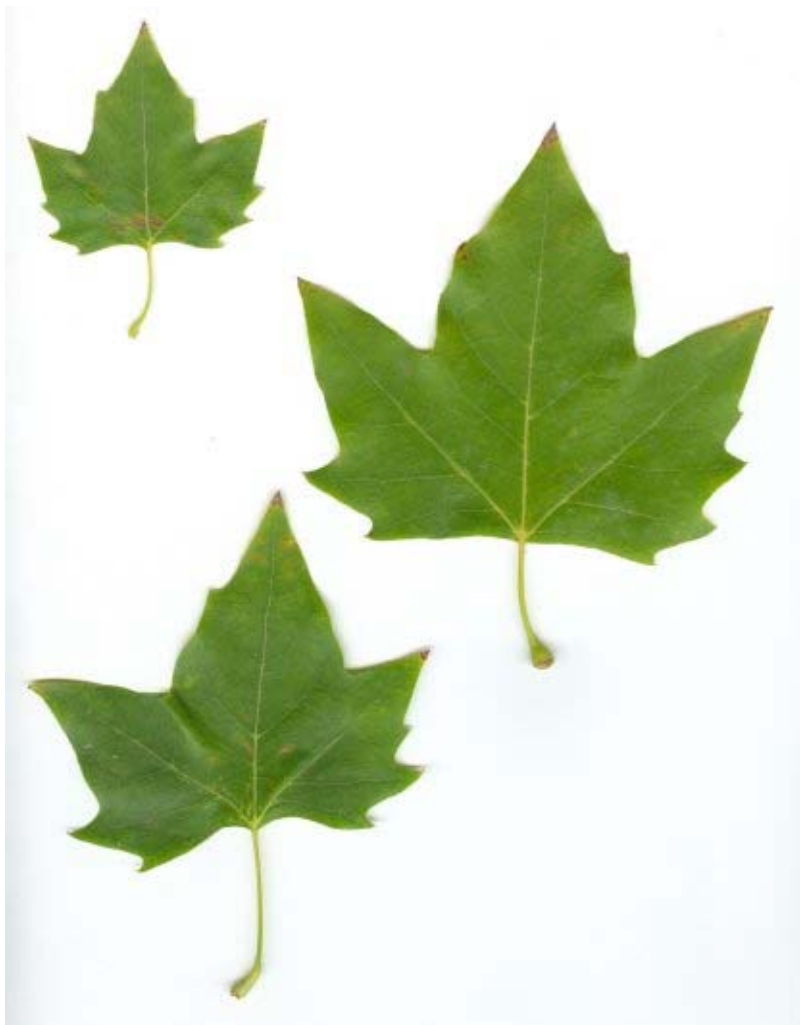
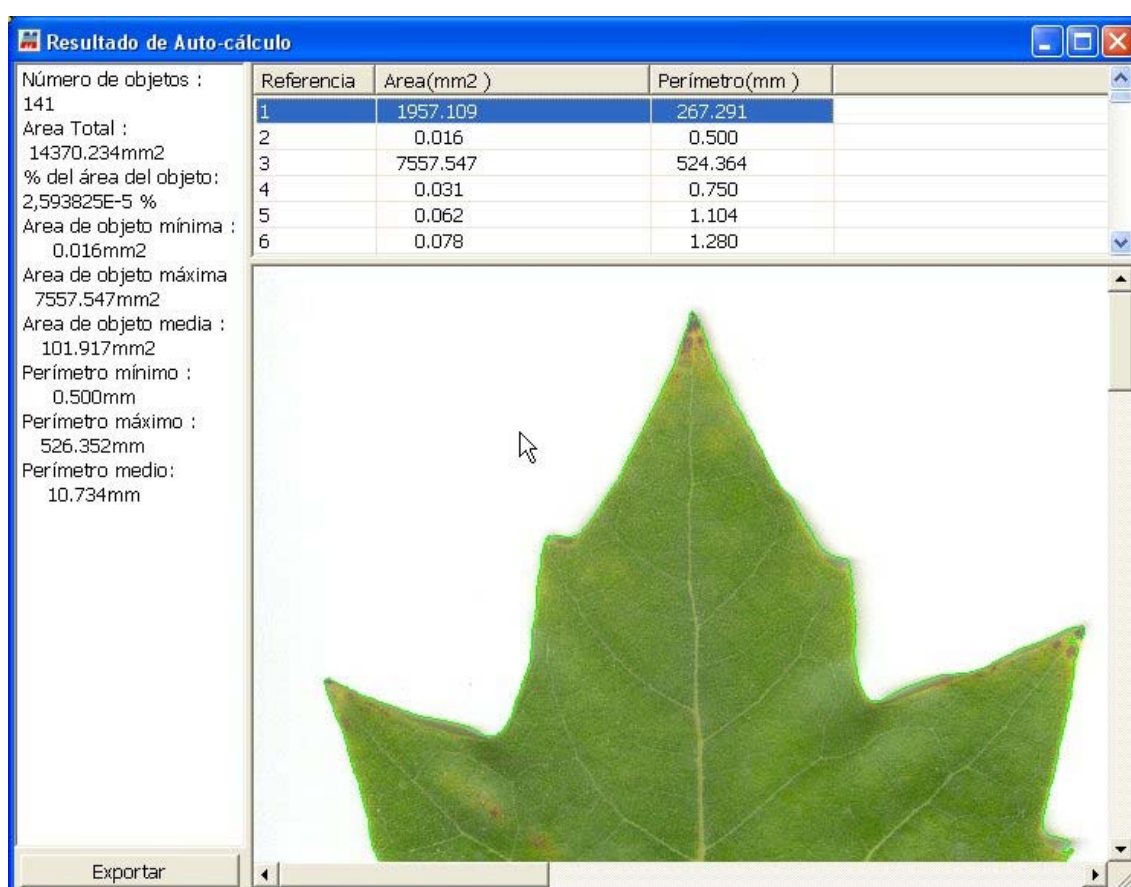


Fig.4: Fulles de plataner (*Platanus hybrida*) a 1/2X. Imatge escanejada inicialment a 200 ppp. Tamany inicial de la imatge: 1677 x 2127 ppp. Espai inicial en memòria: 1,25 Mb. Tamany final de la imatge 417 x 532 ppp, a 100 ppp. Espai final en memòria: 24 Kb.

2. A partir d'aquesta imatge podem utilitzar la opció "Autocalcular" del programa "Motic" per calcular la superfície foliar.



Obtenim així el següent resultat :



On podem veure l'àrea i el perímetre de les diferents fulles. Per exemple: un fulla (referència1) té una àrea de 1957 mm² i un perímetre de 267 mm, una altra fulla (referència3) té una àrea de 7557 mm² i un perímetre de 524 mm.

Fent córrer la barra vertical que hi ha a la dreta de la taula podem veure tots els valors obtinguts, fins a un total de 141 objectes.

L'inconvenient d'aquest mètode és que també es mesuren les petites taques de pols que s'hagin detectat a l'escanejar: referències 2, 4, 5, 6, ...

Una altra opció és “Exportar” les dades a un full de càlcul, eliminar tots els punts que no ens interessin i quedar-nos amb les dades de les quatre fulles.

Amb les barres vertical i horitzontal que hi ha al costat de la imatge podem desplaçar aquesta i observar millor cadascuna de les fulles. També podem prémer a la taula sobre un dels valors i se’ns marcarà la fulla corresponent amb un color diferent, el que ens permet relacionar la imatge de cada fulla amb les dades de la taula.

3. Fotografia i anàlisi densitomètric d'una electroforesi

Una altra possibilitat és escanejar l'electroforesi realitzada sobre una tira d'acetat de cel·lulosa i, a partir d'aquesta, obtenir el gràfic densitomètric corresponent amb el programa "Motic". Cal procedir de la següent manera:

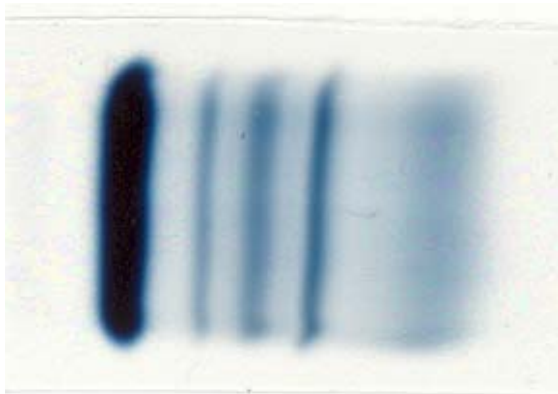


Fig. 5: Imatge d'una electroforesi humana a 2X. Resolució inicial d'escàner 200ppp. Resolució final 100ppp.

1. Escanejarem la tira d'acetat de cel·lulosa sobre la que hem realitzat l'electroforesi. Obtindrem una imatge com la de la figura 5. La guardarem en un arxiu

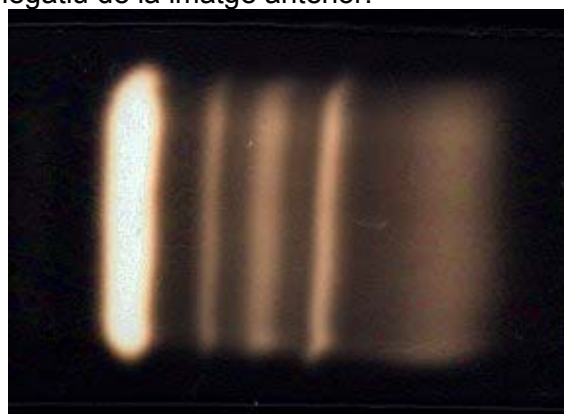
2. Obrirem el programa "Motic Images Plus 2.0" .

3. Obrirem l'arxiu on hem guardat la imatge de l'electroforesi .

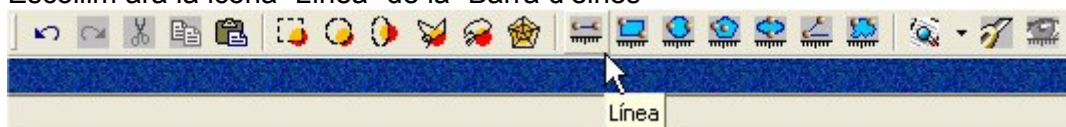
4. Despleguem el menú "Imagen". Dins d'aquest menú, premem l'opció "Invertir".



Obtindrem així el negatiu de la imatge anterior.



5. Escollim ara la icona "Línea" de la "Barra d'eines"

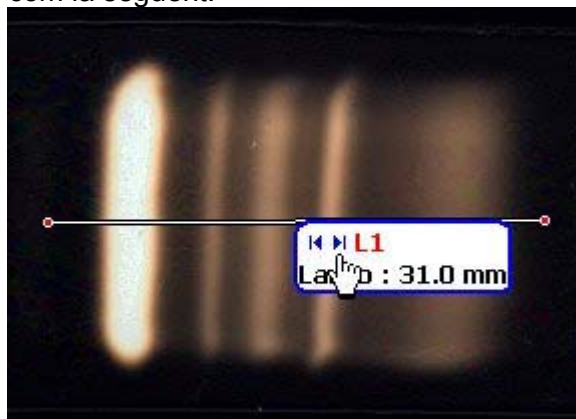


. Al mateix temps anem a les opcions inferiors de la pantalla. Escollim la

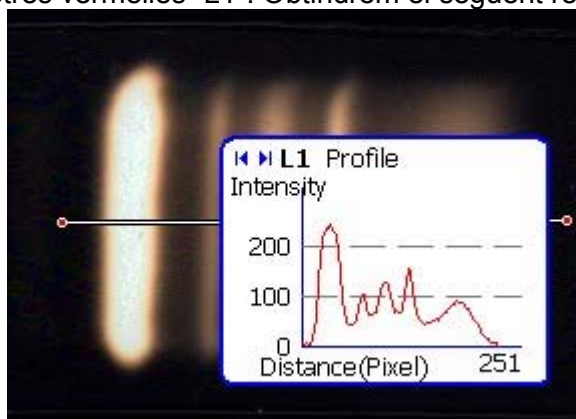
pestanya “Medir”. I configurem les diferents opcions de la següent manera:



6. Dibuixem una línia que travessi l'electroforesi de banda a banda. Obtindrem així una imatge com la següent:



7. Premem ara sobre la fletxa de color blau, en sentit cap a la dreta, que hi ha al costat de les lletres vermelles “L1”. Obtindrem el següent resultat.



8. Finalment, podem comparar el resultat obtingut amb el d'algun llibre. Per exemple amb els de la figura següent (Fig. 6). Podem observar que els “pics” d'aquesta figura coincideixen amb els obtinguts per nosaltres.

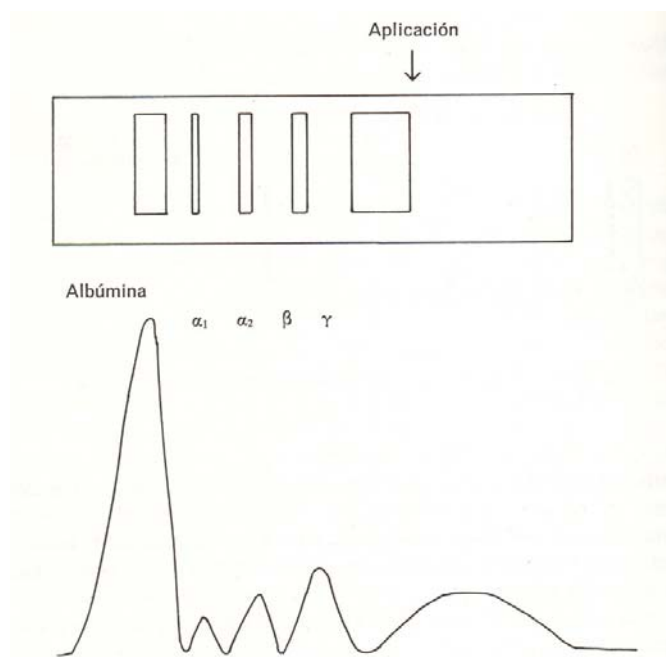


Fig. 6: Esquema d'una separació de proteïnes de sèrum en tires d'acetat de cel·lulosa i gràfic de lectura densitomètrica. Es poden observar els "pics" de l'albúmina i de les diferents globulines.

4. Fotografia de cristalls.

Una altra possibilitat és escanejar cristalls d'alguns minerals i roques, obtenint resultats com els de la figura 7



Fig. 7: Cristalls de Na Cl a 4X. Tamany inicial de la imatge 1,93cm x 3,22cm. Resolució inicial 600ppp. Tamany final de la imatge: 7,73cm x 12,91 cm. Resolució final 150ppp. Tamany en píxels: 454x760. Espai en memòria 36Kb

Bibliografia

GONZÁLEZ DE BUITRAGO, J.M. "Tecnología y métodos del laboratorio clínico". Salvat editores S.A. Barcelona 1990.

BIGAS, M.; BROTO, J.; CUTILLAS, C.; LOPE, S.; PIBERNAT, L. "Treballs pràctics de Biologia. Segona Part". Subdirecció General de Formació Permanent i Recursos Pedagògics. Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya. Barcelona 2004.

PROPOSTES , SUGGERIMENTS I CONCLUSIONS

Més propostes de treball amb MOTIC i MULTILOG en Biologia i Geologia

Introducció i referències bibliogràfiques

A l'inici d'aquesta treball es va realitzar un llistat de possibles experiències amb l'equipament de les "Aules de Noves Tecnologies per a les Ciències" dins dels camps de la Biologia, la Geologia i les Ciències Ambientals. Posteriorment, s'han afegit noves propostes d'experiències. Afegim a continuació aquest llistat com una proposta de treball que es podria continuar en anys posteriors.

Les propostes estan agrupades per àmbits. Es proposen els sensors a utilitzar. Es fan alguns comentaris sobre les seves possibilitats en alguns casos. També s'afegeix alguna referència bibliogràfica, sobretot de llibres i manuals de sensors utilitzats en d'altres països.

S'han eliminat d'aquest llistat aquelles experiències que ja hem adaptat a la utilització de sensors o que, tot i intentar-ho, no han donat resultats satisfactoris.

Els noms utilitzats a la columna "Referències" corresponen a diferents llibres i manuals. La relació és la següent

"Sciences VT 2"	DEMOUNEM, R.; GOURLAOUEN, J.; PERILLEUX, E. "Sciences de la Vie et de la Terre 2e". Ed. Nathan, 1993
"Manual Multilog Bio"	VARIS. "Manual Multilog de Experiencias de Biología". Editat per TSD-Enosa (ús intern)
"Manual VTT"	VARIS. "Equipo VTT. Actividades experimentales de Biología. Manual del profesor". Editat per EUROCIÈNCIA. (ús intern)
"Manual IT"	FROST, R. "Manual de IT aplicat a les Ciències. Adquisició de dades i control"(Phillip Harris). Hackney 1992
ECIR	FURIÓ, J. et al. "Biología-Batxillerat" Ed. ECIR . València. 1999.
"CV Activitats humanes i contaminació"	MAYÓS, C.; PAREJO, C.; LOZANO, M.T. "Tinguem cura de l'entorn". Departament d'Ensenyament. Barcelona 1992.
"CV L'aire" C 12-16	SOLSONA, N.; CABELLO, M.; et al. "L'aire, què és i què fa?" Projecte Ciències 12-16. Departament d'Ensenyament. Barcelona 1997.
	APARICIO, A. et al. "Ús didàctic de les Noves Tecnologies per a les Ciències", Departament d'Ensenyament. Barcelona 2003.
TP Biologia	PALLÍ et al. "Treballs pràctics de Biologia a Batxillerat" Departament d'Ensenyament. Barcelona 2003
"Biologia humana"	DURAN, N., SESÉ, P.; PASCUAL, R.; BOLÍBAR, I.: "Biologia humana". Ed. Claret. Barcelona 2002.
Taller R. Frost	FROST, R. "L'ús de sensors en las prácticas de Ciències". Jornades sobre l'Ensenyament de la Biologia i la Geologia a Secundària". Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats, Departament d'Educació, Fundació La Caixa. Barcelona 2004

AMB MULTILOG

Àmbit	Nom	Sensors	Comentaris	Referències bibliogràfiques
Aigua	Salinització dels aqüífers	PH conductímetre	Cal dissenyar un recipient com el que es proposa a la referència bibliogràfica	- "Sciences VT 2" pàg. 182-183
Aigua	Variació de la temperatura a diferents profunditats dins d'un aquari	temperatura	Amb aquaris i banc de llums	- "Manual IT" pàg. 36, 53, - ECIR pàg. 42
Aigua	Estudi de la qualitat de les aigües d'un riu ...	pH, conductivitat, oxigen, temperatura	També es poden adquirir sensors d'alcalinitat i dels diversos ions dissolts a l'aigua	- "Manual Multilog Bio" pàg. 33-38, i 78-93
Aire	Condicions abiòtiques d'un ecosistema terrestre	temperatura, humitat, llum,	- Sota i sobre d'una pedra - En un itinerari urbà, natural o rural - En una classe	- "Manual Multilog Bio" pàg. 33-38, i 78-93 - "Manual VTT" pàg. 67-71
Aire	Captació d'energia solar	Llum, voltímetre	- Amb plaques solars	- "CV Activitats humanes i contaminació" - "CV L'aire" C 12-16"
Aire	Comparació de l'efecte termostat del mar respecte als continents	temperatura	- Dos recipients, un amb aigua i un altre amb terra, tots dos il·luminats.	- Taller R. Frost
Aire	Efecte del fum d'una cigarreta	pH, Llum ??	- Es pot utilitzar la "màquina de fumar" dissenyada per a aquests crèdits.	- "CV Activitats humanes i contaminació" - "CV L'aire" C 12-16"
Aire	Realització d'un mapa sònic	só	- El nou sensor de só de l'aula de NT per a les Ciències no és capaç de captar decibels, cal utilitzar el de l'equip SADEX.	- TP Biologia
Bioquí mica	Efecte tampó dels aminoàcids i altres substàncies	PH conductímetre		

Àmbit	Nom	Sensors	Comentaris	Referències bibliogràfiques
BQ	Efecte de la lipasa en l'acidificació de la llet	pH		- Taller R. Frost
	Activitat de la pepsina	llum o colorímetre		- Taller R. Frost
BQ	Efecte reductor d'alguns sucres	pH		
BQ	Entalpia d'una reacció bioquímica	temperatura		- "Ús didàctic de les NT per a les Ciències", pàg. 1-1 a 1-10
BQ	Temperatura i respiració aeròbica i anaeròbica	temperatura		- "Manual IT" pàg. 136-137
BQ	Mesura de la pressió osmòtica	Pressió	Caldria trobar un tipus de membranes permeables barates i assequibles.	- Treballs pràctics de BIO - "Manual IT" pàg. 33 - "Manual IT" pàg. 142-143 - ECIR pàg. 24
Fisio. Animal	Mesura del ritme cardíac i respiratori	Ritme cardíac Espiròmetre	En repòs Realitzant exercici físic Recuperació	- "Manual Multilog Bio" pàg. 53-57 - "Manual IT" pàg. 34 i 114-117 - "Manual VTT" pàg.5-10
Fisio. Animal	Electrocardiogrames	Electrocardio	En repòs Realitzant exercici físic Recuperació	- "Manual Multilog Bio" pàg. 68-73 - "Manual VTT" pàg.13-18
Fisio. Animal	Relació entre transpiració i temperatura.	Temperatura Humitat		- "Manual Multilog Bio" pàg. 58-67 - "Manual IT" pàg.21, 77-83
Fisio. Animal	Consum d'oxigen	Oxigen	En l'ésser humà En animals terrestres En animals aquàtics	- Manual VTT pàg. 21-26, 29-36, 39-45 - "Manual IT" pàg.24
Fisio. Animal	Transmissió de l'impuls nerviós	Voltímetre	Utilitzar els nervis d'un calamar.	- "Sciences VT 2" pàg. 89,92,93,96,97,108,109 - "Biologia humana", pàg. 125-126
Fisio. Animal	Temps de resposta a un estímul	Llum		- Taller R. Frost
Fisio. Vegetal	Energia de les llavors germinades	temperatura		- "Manual IT" pàg. 132-133

Àmbit	Nom	Sensors	Comentaris	Referències bibliogràfiques
Fisio Vegetal	Creixement de les plantes	Posició, llum, temperatura	- Amb <i>Brassica</i> i banc de llums - Estudiar les variacions entre dia i nit	- "Manual Multilog Bio" pàg. 27-32 - "Manual IT" pàg. 34 i 144-145
Fisio. Vegetal	Evaporació – transpiració en les plantes	humitat		- "Manual Multilog Bio" pàg. 22-26 - "Sciences VT 2" pàg. 56-57 - "Manual VTT" pàg. 49-54
Geologia	Argiles expansives	Força		
Sòl	Activitat biològica dels éssers vius del sòl – Descomposició de la matèria orgànica del sòl. Fermentació de la gespa.	Oxímetre temperatura		- "Sciences VT 2" pàg. 210-211 - Taller R. Frost

AMB MOTIC

Àmbit	Nom	Comentaris	Referències
Aigua	Efecte de la salinitat sobre determinats organismes	Estudi sobre la morfologia de determinats òrgans de microinvertebrats.	
Cèl·lula	Mitosi	En ceba En llentilles d'aigua En algues filamentoses	ECIR pàg. 149
Cèl·lula	Espermatozoides	En garotes	ECIR pàg. 171-172
Cèl·lula	Comparació de cèl·lules sanguínies de diferents organismes		Experiències pròpies de TR. Llibret de la M. Durfort
Cèl·lula	Estomes	Observar estomes oberts i estomes tancats, combinar-lo amb els sensors del Multilog	"Sciences VT 2" pàg. 52 a 55
Cèl·lula	Germinació de grans de pol·len		
Cèl·lula	Moviment ciliar	En musclos	ECIR pàg. 146
Geologia	Cristal·lització		Pràctiques GEO Ed. ECIR

Conclusions i suggeriments

Actualment hi ha pocs centres d'ensenyament amb aules de Ciències i molt poc professorat de Biologia i Geologia que conegui el seu funcionament. Això ha impedit, a hores d'ara, poder experimentar els dissenys experimentals amb l'alumnat. L'arribada de noves dotacions i la realització de nous cursos sobre el tema em fan pensar que, en els propers anys es podrà dur a terme aquest objectiu.

De totes maneres, de les converses mantingudes amb els grups de treball i amb professorat de la matèria que ha assistit als cursos de formació es veu que hi ha una certa "por" i desconfiança entre el professorat de Ciències a utilitzar el material de les "Aules de Noves Tecnologies per a les Ciències". Per tot això es fa patent la necessitat urgent de:

- Dissenyar un curs específic per a professorat de Biologia-Geologia, amb pràctiques de diferents nivells per tal que aquest professorat vagi agafant confiança amb els nous materials.
- Proposar models de gestió de l'Aula de Ciències per tal de optimitzar els nous recursos.
- Organitzar xerrades, trobades, ... per tal que el professorat intercanviï les seves pròpies experiències.

A hores d'ara les "Aules de Noves Tecnologies per a les Ciències" han estat denominades també "Aules de Ciències de Batxillerat". Això fa suposar que la idea inicial és restringir el seu ús aquest nivell d'ensenyament. Malgrat això, pensem que aquests equipaments i part dels protocols que hem elaborat poden ser utilitzats en el treball experimental de l'ESO.

En quan al material existent a les "Aules de Noves Tecnologies per a les Ciències" cal dir que, si bé les aules de formació per al professorat disposen d'un ampli ventall de sensors i material no succeeix el mateix amb les aules "normals" amb les que van dotant als diferents instituts. En el cas de les experiències de Biologia, Geologia i Medi ambient, caldria afegir com a mínim, en cada aula el següent material:

- 1 lupa binocular amb màquina fotogràfica digital incorporada.
- 1 sensor d'oxigen
- 1 sensor de conductivitat.
- 1 sensor de só (sonòmetre)
- 1 sensor d'electrocardiograma

Pel que fa a la qualitat dels materials sembla que no hi ha molta diferència entre els diferents fabricants. De totes maneres cal suggerir als fabricants d'aquests materials que introdueixin millores en les connexions d'alguns sensors, com per exemple el del pH. Així com alguns aspectes del programa que el fan lent a l'hora de configurar les captacions i les recollides de dades.

Finalment caldria suggerir al Departament d'Educació que mantingués contactes amb professionals d'altres països amb experiència amb el tema de l'experimentació assistida per ordinador. Un bon precedent ha estat la presència del Dr. Roger Frost (Anglaterra) en les "Jornades sobre l'Ensenyament de la Biologia i la Geologia a Secundària" celebrades a Barcelona el novembre de 2004.

Bibliografia

Llibres i articles

AGUEDA J., ANGUITA F., ARAÑA V., LOPEZ J., SANCHEZ L.; "Geologia". Ed. Rueda. Madrid 1983.

APARICIO, A.M. (1999): "L'organització de l'aula en la realització de Treballs Pràctics de Ciències: Actualització científica, tècnica i didàctica". Llicència d'estudis retribuïda. Departament d'Ensenyament.

APARICIO, A. et al. "Ús didàctic de les Noves Tecnologies per a les Ciències", Departament d'Ensenyament. Barcelona 2003.

BIGAS, M.; BROTO, J.; CUTILLAS, C.; LOPE, S.; PIBERNAT, L. "Treballs pràctics de Biologia. Segona Part". Subdirecció General de Formació Permanent i Recursos Pedagògics. Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya. Barcelona 2004.

BROCK, T. "Biologia de los microorganismos". Ediciones Omega. Barcelona. 1978

CAAMAÑO, A. (1992): "Els treballs pràctics en ciències experimentals", *Butlletí del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Catalunya*, núm. 81, pàg. 58-66.

DEMOUNEM, R.; GOURLAOUEN, J.; PERILLEUX, E. "Sciences de la Vie et de la Terre 2e". Ed. Nathan, 1993

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT (2002): "Programa oficial de Ciències Experimentals per a ESO"

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT (2002): "Programa oficial de Biologia per a Batxillerat"

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT (2002): "Programa oficial de Ciències de la Terra i Medi Ambient per a Batxillerat"

DURAN, N., SESÉ, P.; PASCUAL, R.; BOLÍBAR, I.: "Biologia humana". Ed. Claret. Barcelona 2002.

FROST, R. "Manual de IT aplicat a les Ciències. Adquisició de dades i control"(Phillip Harris). Hackney 1992

FROST, R. "L'ús de sensors en las pràctiques de Ciències". Jornades sobre l'Ensenyament de la Biologia i la Geologia a Secundària". Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats, Departament d'Educació, Fundació La Caixa. Barcelona 2004

FURIÓ, J. et al. "Biologia-Batxillerat" Ed. ECIR . València. 1999.

GARCÍA, P. (1995): "Las prácticas de laboratorio: Planificación y evaluación", *"Aspectos didácticos de ciencias naturales, núm 6. Educación abierta*, pàg. 65-103. ICE Universidad de Zaragoza.

GONZÁLEZ DE BUITRAGO, J.M. "Tecnología y métodos del laboratorio clínico". Salvat editores S.A. Barcelona 1990.

GRAU, R. (1991): "¿Es poden transformar les pràctiques en treballs d'investigació?". Butlletí del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Catalunya núm. 78, pàg. 50-52.

GRAU, R. (1994): "¿Qué és lo que hace difícil una investigación?", *Alambique, Didáctica de las ciencias experimentales*, núm 2, pàg. 27-35.

GRUAS, F.: "Projecte: Global Systems Science" (Volume 1 : A Planet Under Siege . We are chancing Earth's Climate ? by Cary Sneider and Richard Golden). Lawrence Hall of Science. University of Californnia. Berkeley, CA 94720

HERRON, M. (1971): "The nature of scientific enquiry", *School Review*, núm. 79, pàg. 171-172.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M.; (1999): "Fundamentos y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales", *Enseñanza de las ciencias*, núm. 17 (1), pàg. 45-49.

KONEMAN, E.; ALLEN, S.; JANDA, W.; SCHRECKENBERGER, P.; WIN, W. "Diagnóstico microbiológico". Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 1999

LILLO J., LOPEZ M.T., REDONET L.F., ROBLES F., USERA J.M.; "Geologia. Curso de Orientación Universitària". Ed. ECIR. València 1989.

MARGALEF, R. "Ecologia". Editorial Omega. Barcelona 1982.

MAYÓS, C.; PAREJO, C.; LOZANO, M.T.: "Tinguem cura de l'entorn". Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya. Barcelona (1992)

PALLÍ, A (2000): "Nous equipaments, necessitats i recursos". Llicència d'estudis retribuïda. Departament d'Ensenyament.

PALLÍ, A.; PONS, J. et al.: "Treballs pràctics de Biologia de Batxillerat". Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya. Barcelona (2003)

PINTÓ, R (2002): "El trabajo experimental con nuevas tecnologías", *Aula de Innovación Educativa*, núm. 113-114, pàg. 33-38.

SANFELIU, J.L. (1999): "Curs de Microbiologia. Un pretext per assajar les possibilitats del llibre electrònic a l'aula". Llicència d'estudis retribuïda. Departament d'Ensenyament.

SANMARTÍ, N.; MÁRQUEZ, C.; GARCÍA, P. (2002): "Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias", *Aula de Innovación Educativa*, núm. 113-114, pàg 8-13.

SOLSONA, N.; CABELLO, M.; et al. "L'aire, què és i què fa?" Projecte Ciències 12-16. Departament d'Ensenyament. Barcelona 1997.

STANIER, R.; DOUDOROFF, M.; ADELBERG, E. "Microbiologia". Ed. Aguilar. Madrid. 1977.

TAMIR, P. (1989): "Training Teachers to Teach Effectively in the Laboratory", *The American Biology Teacher*, núm. 73 (1), pàg 59-69

TORRELLA, J.R.; ROMA, C. (2000) : "Equipo VTT. Actividades experimentales de Biología. Manual del Professor." (Publicació pròpia). Eurociència.

VARIS. "Manual Multilog de Experiencias de Biología". Editat per TSD-Enosa (ús intern)

Portals de Internet

<http://www.iea.ad/crecit/sismoweb/sismoindex.htm> : "Sismoweb d'Andorra" realitzada pel Centre de Recerca en Ciències de la Terra (**CRECIT**) de l'Institut d'Estudis Andorrans. Conté explicacions molt correctes i assequibles per a l'alumnat.

<http://www.xtec.es/crp-segria/cdect/set-cien/salta/salta2.htm> : Pàgina "web" sobre "Sismes" del Centre de Recursos del Segrià. Proposa algunes activitats i té bons enllaços amb altres "webs".

CALVET, M. "Curs telemàtic sobre l'ús de sensors a les aules de Ciències".
<http://www.xtec.es/~fie00267/d121m5b/d121m5bp3.htm>.

http://tepidum.udg.es/docencia/microaplicada/Teoria/Complements/Tema_12_MA.ppt

<http://www.danone.es/indexnew.html>