

# Simulació de la gestió del laboratori amb un LIMS

LIMS: simulation laboratory management

Marta Costa Vidal / INS Montilivi (Girona)



## resum

Un LIMS (*laboratory information management system*) és una eina informàtica usada per gestionar la informació generada en un laboratori seguint criteris de qualitat. En aquest article es presenta i es discuteix la implementació d'un LIMS amb finalitats educatives en l'àmbit de la química. L'experiència es realitza en el marc d'un projecte que ha inclòs l'elaboració de material docent per treballar a l'aula amb alumnes del cicle formatiu de grau superior de laboratori d'anàlisi i control de qualitat. El projecte en qüestió forma part dels projectes d'innovació en la formació professional concedits pel Ministeri d'Educació i Ciència.

## paraules clau

Formació professional, LIMS, qualitat, gestió, simulació, laboratori.

## abstract

A LIMS (*laboratory information management system*) is a tool used to manage the information generated in a laboratory following quality criteria. This paper presents and discusses the implementation of a LIMS for educational purposes in the field of chemistry. The experience takes place within the framework of a project that included the development of teaching materials for the classroom to work with students of higher vocational training courses of laboratory analysis and quality control. The project in question is part of the innovation projects in vocational training awarded by the Ministry of Education and Science.

## keywords

Vocational education training, LIMS, quality, management, simulation, laboratory.

## Introducció i context d'aplicació

L'experiència detallada en el present article se situa en l'àmbit de la formació professional de la família química, concretament, en el cicle formatiu de grau superior de laboratori d'anàlisi i control de qualitat. Atès el caràcter professionalitzador que caracteritza aquests estudis, al llarg de dos cursos acadèmics els alumnes realitzen diferents assignatures, que en el llenguatge curricular s'anomenen *mòduls professionals* i que els han de permetre adquirir les capacitats necessàries per poder treballar en diferents tipus de laboratoris d'anàlisi. La majoria dels mòduls professionals es basen en pràctiques de laboratori

(mostreig, anàlisis químiques i instrumentals, assajos químics i fisicoquímics, assajos microbiològics i biotecnològics), tot i que

també n'hi ha d'altres més teòrics (anglès, formació i orientació laboral, empenedoria i empresa, qualitat i seguretat). Entre els

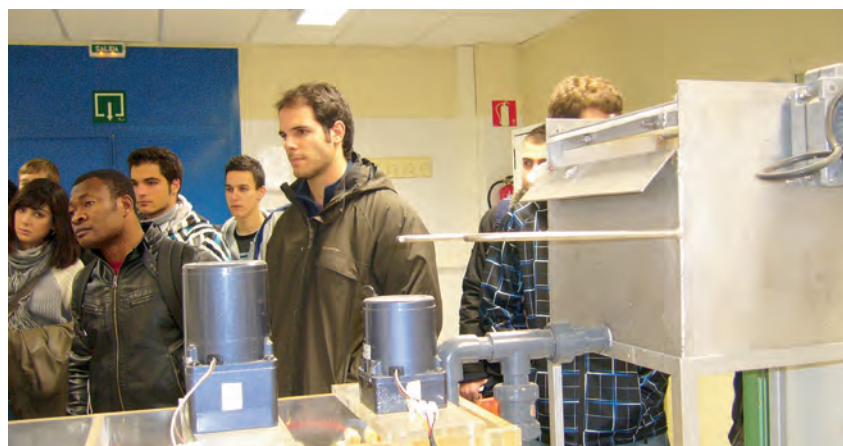


Figura 1. Moment de la visita dels alumnes de l'INS Montilivi a les instal·lacions del Departament de Química del CIP Donapea (Pamplona).

mòduls cursats, centrem l'experiència en un d'essencialment teòric com és el de qualitat i seguretat en el laboratori, més concretament, dins la unitat formativa de qualitat.

S'ha de tenir en compte que el fet de formar alumnes en un centre educatiu en l'àmbit de la qualitat és una tasca amb molta càrrega teòrica i poc aplicada, ja que actualment la implantació de normes de qualitat inclou, bàsicament, una gestió documental molt exhaustiva, una organització empresarial ben definida i implicació per part de la direcció. Aquests termes són difícils de reproduir en un institut de formació professional, i és per això que el projecte que ens ocupa proposa una alternativa que aplica un tipus de programa cada vegada més implantat en el món empresarial del sector químic. Mitjançant un LIMS (*laboratory information management system*), es pretén formar els alumnes de formació professional en la gestió de la qualitat d'una manera més pràctica, això és, simulant situacions reals a l'aula que permetin fer un seguiment de la traçabilitat del procés global de gestió de

les mostres, les analítiques i els informes (entre altres etapes).

Al llarg d'aquest article, s'explicarà i es reflexionarà sobre la iniciativa d'utilització d'un LIMS al mòdul de qualitat i seguretat en el laboratori, sobre el material docent elaborat per treballar amb el programa a l'aula i sobre l'intercanvi de coneixements i experiències entre els alumnes dels dos centres implicats en el projecte, mitjançant una visita a un centre de formació professional de Pamplona (fig. 1). En aquest sentit, val a dir que, simultàniament a la implantació del LIMS a l'INS Montilivi de Girona, se'n va realitzar també la implantació en un centre col·laborador de Pamplona, el CIP Donapea.

### La sigla LIMS engloba diferents tipus de programes informàtics que s'utilitzen per gestionar tota la informació de treball d'un laboratori, tant la generada pel mateix laboratori com la rebuda de l'exterior

### LIMS (*laboratory information management system*)

La sigla LIMS engloba diferents tipus de programes informàtics que s'utilitzen per gestionar tota la informació de treball d'un laboratori, tant la generada pel mateix laboratori com la rebuda de l'exterior. De fet, és una aplicació al camp de la química industrial d'un altre tipus de sistemes ja usats en el món empresarial, com ara els ERP (*enterprise resource planning*), que s'usen per gestionar sistemes de vendes, finances, fabricació, inventaris, etc. Així, doncs, un LIMS és una eina informàtica que té l'objectiu final d'evitar l'error humà durant la manipulació de dades i informació.

És un sistema de treball fortament jerarquitzat: cada usuari té encomanades unes tasques segons el perfil que se li hagi assignat. La fig. 2 mostra un exemple de la jerarquització de tasques: l'administratiu del laboratori només pot fer tasques d'administració (donar d'alta clients, facturació, etc.), mentre que l'analista pot realitzar les mateixes tasques que l'administratiu, però, a més a més, pot

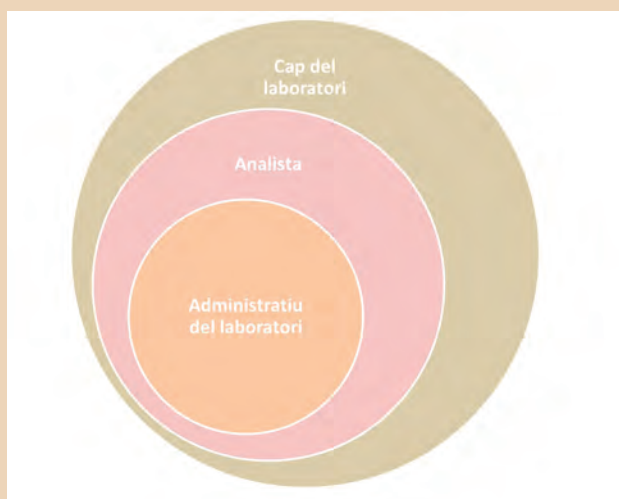


Figura 2. Distribució de tasques.

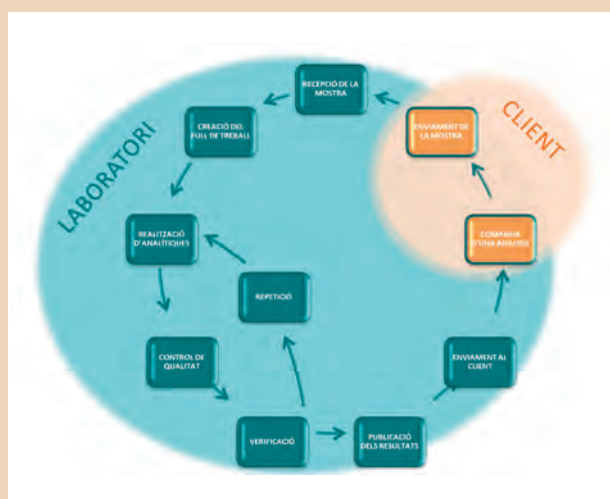


Figura 3. Etapes del cicle de treball en un laboratori d'anàlisi químiques. A l'esquema s'inclouen també les tasques realitzades pel client.



Figura 4. Imatge de la portada del LIMS formatiu de l'INS Montilivi.

entrar els resultats de les analítiques que realitza. Finalment, el cap de laboratori, atès que és el màxim responsable, té els mateixos privilegis que els altres perfils més uns altres d'específics (gestió d'instrumental, organització de tasques a realitzar, verificació de resultats, etc.).

Un dels avantatges més clars que té la implantació d'un LIMS a l'empresa és la mínima manipulació de dades per part dels treballadors: els instruments de mesura estan directament connectats al programa i, per tant, l'analista només dóna l'ordre de mesura a l'aparell, i sovint ni tan sols ha de teclejar les dades obtingudes. En un centre educatiu, aquesta és la part més difícil d'assolir, ja que és la més complicada, tècnicament parlant. Per realitzar les pràctiques de laboratori, tenim diferents tipus d'instrumental químic; per exemple, en el nostre institut, tenim un cromatògraf de gasos, diversos espectrofotòmetres (VIS, UV i IR), potenciómetres, etc. Els aparells, normalment, són de cases comercials diverses, i molts d'ells tenen programari propi. El fet d'acoblir el llenguatge de l'aparell al LIMS és el més complicat, informàticament parlant, i ens va semblar que aquest era l'àmbit menys químic de tot el projecte. Per això vam optar per la simulació a l'aula.

Tal com es pot veure al final de l'article, no s'esmenten referències bibliogràfiques sobre LIMS, sinó llocs web d'interès. Això es deu al fet que és difícil trobar llibres sobre el tema, i encara més en espanyol o en català. Aquest és un àmbit de treball molt basat en la tecnologia, de manera que la major part de la informació es troba als webs de les mateixes cases comercials que n'ofereixen o bé en butlletins electrònics, en els quals es pot veure i rebre informació actualitzada i bastant contrastada.

El programa usat en el nostre projecte és BikaLIMS 3.0, de Bika-LabSystem. Atesa l'amplíssima oferta del mercat, la tria del programa es va fonamentar bàsicament en dues característiques que es van considerar prioritàries:

– És un programa dels anomenats *open source* (o lliures), de manera que es pot instal·lar a qualsevol ordinador, i durant el temps desitjat, sense costos de llicències.

– És un programa dels anomenats *web-based*, fet que permet usar-lo en qualsevol ordinador connectat al servidor, independentment de la ubicació. Per fer un símil en l'àmbit educatiu, podríem dir que funciona de manera semblant a un entorn Moodle, per exemple.

Al llarg del curs 2011-2012, es van realitzar diverses reunions de coordinació i seguiment del projecte entre el professorat de Pamplona i el de Girona, de la mateixa manera que es va contractar un expert informàtic, especialista en la implantació de LIMS, per a la formació i l'assessorament del professorat implicat. L'expert també va contribuir a la traducció del programa a l'espanyol i al català, ja que al principi només estava disponible en anglès.

#### Elaboració de material docent i treball a l'aula

Un dels reptes més importants del projecte no només era la implantació del LIMS al centre docent, sinó també l'elaboració de material didàctic per treballar a l'aula amb els alumnes.



Figura 5. Alumnes treballant a l'aula amb el material elaborat.



Taula 1. Resultats de l'assaig amb Cannon-Fenske

Disseny del laboratori	Organigrama. Nombre de departaments. Equips disponibles. Tipus de mostres de treball. Tipus d'anàlisis a realitzar.
Elaboració de documentació	Disseny i realització de PNT d'anàlisis. Disseny i realització de PNT d'aparells. Disseny dels plans de treball i organització de tasques. Disseny dels plans de manteniment dels aparells.
Gestió de la informació	Enviament d'una mostra. Recepció i codificació de les mostres (el sistema permet treballar amb codis de barres). Assignació de les anàlisis a un analista. Realització de les anàlisis. Verificació dels resultats dins els estàndards prèviament establerts. Enviament dels informes de resultats. Facturació dels serveis realitzats.

El plantejament del material elaborat és el següent: atès que el LIMS és un sistema de treball jerarquitzat, sovint el laborant no coneix tot l'abast del programa perquè té accés només a una petita part d'aquest; tanmateix, el fet de treballar en un entorn virtual ens permet simular situacions que es puguin donar al lloc de treball assignant diferents perfils (cap de laboratori, analista o client, per exemple) en funció de la tasca a realitzar.

Un altre avantatge és que podem donar a la simulació l'abast desitjat, dins l'aula o fora de l'aula. Des del moment en què dos centres educatius tenen implantat cadascun el seu LIMS, cada centre pot actuar com un laboratori d'anàlisi independent. Això permet que cada laboratori pugui ser client de l'altre, de manera que augmenti la gestió de la informació rebuda i, per tant, també la tasca que han de realitzar a l'aula els alumnes. La taula 1 mostra exemples d'alguns

dels aspectes que es poden treballar a l'aula des del punt de vista del LIMS. La sigla PNT significa *pla normalitzat de treball*.

La manera de treballar a l'aula en l'àmbit del LIMS ha estat la següent:

– Explicació teòrica del que es pretén treballar en la sessió: realització d'anàlisis i càlculs associats, elaboració d'informes, disseny d'anàlisis, etc.

– Assignació de diferents rols a diferents grups d'alumnes i distribució en parelles de treball, cadascuna amb un ordinador. El professor distribueix els rols de cadascú dins el programa. L'alumne sempre entrarà a la sessió del LIMS amb el mateix usuari i la mateixa contrasenya.

– Tot seguit, es proporciona l'exercici a realitzar, en format paper, per tal que cada grup el treballi al seu ritme. Al llarg de la sessió, en determinats moments, caldrà que cada alumne entri a la seva sessió LIMS i realitzi una tasca determinada. És a dir, al llarg de la sessió, els dos alumnes de la parella de treball tenen assignades tasques diferents, però si no les fan seqüencialment, no podran finalitzar el que se'ls ha encomanat.

– Aproximadament, la durada de cadascun dels exercicis és d'una hora, inclòs un petit debat durant els darrers minuts per tal de comentar aspectes que no han quedat clars o que es consideren importants.

A la fig. 6 es mostra la visualització d'un fragment de la pantalla de treball amb el LIMS. Aquest és el format en el qual l'analista ha d'entrar les dades de les anàlisis encomanades pel client. Un cop verificats els resul-

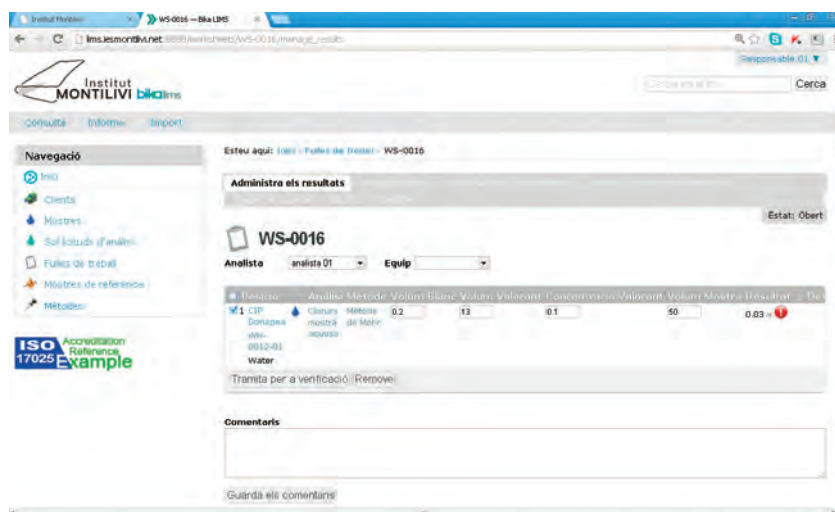


Figura 6. Visualització d'un fragment de la pantalla de treball amb el LIMS.

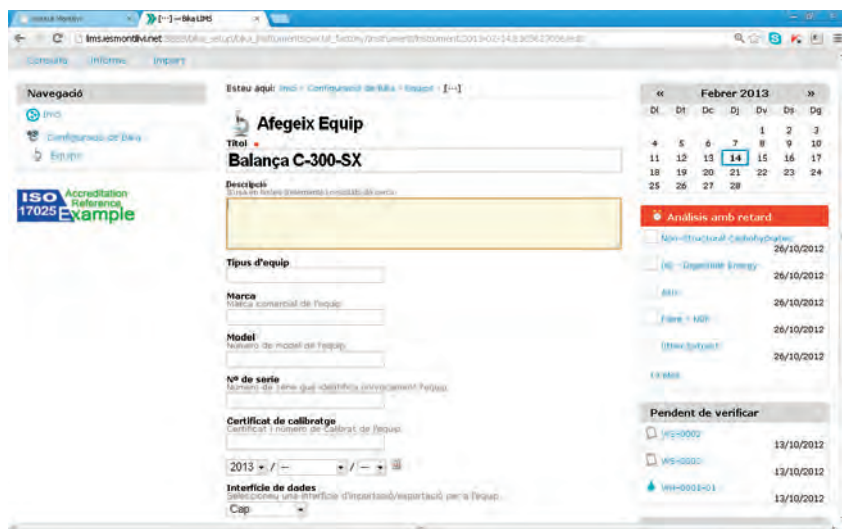


Figura 7. Visualització d'un fragment de la pantalla de treball amb el LIMS.

tats per part del responsable, l'informe de resultats s'enviarà per correu electrònic al client.

### Requisits tècnics

En el moment de plantejar-se la instal·lació del programa, cal tenir en compte uns detalls mínims. BikaLIMS 3.0 utilitza Plone com a entorn (*framework*) subjacent. Plone és un gestor de continguts web (CMS, *content management system*) desenvolupat en llenguatge de programació Python i requereix Zope com a servidor d'aplicacions web. Actualment (febrer de 2013), BikaLIMS 3.0 encara està en fase de desenvolupament, tot i que el codi es troba allotjat a Github (<https://github.com/institutmontilivi/Bika-LIMS>). Des d'aquí se'n pot descarregar la versió instal·lada en el servidor de l'INS Montilivi, que conté algunes modificacions afegides per adaptar el programa a les necessitats docents.

Pel que fa a les necessitats de maquinari, en principi, no és d'esperar que el sistema requereixi un servidor especialment potent, ja que les dades que es manipulen són bàsicament numèriques i no gaire pesades, en termes de quantitat d'informació a transmetre. A l'hora de treballar amb els alumnes, cal

disposar d'una aula d'informàtica amb accés a Internet.

El BikaLIMS 3.0 és una aplicació força lleugera quant a interfície gràfica, per la qual cosa no hi hauria d'haver problemes de lentitud per motius d'amplada de banda. Se n'ha comprovat un ús correcte sense retards en la càrrega de la interfície per a una connexió a Internet amb una velocitat de baixada de 15 Mb/s i una velocitat de pujada de 5 Mb/s.

**En el cas dels alumnes, ha suposat una nova manera de treballar a l'aula, i no ha suposat cap dificultat el fet d'aprendre a manejar el programa LIMS, sinó un al·licient en la unitat formativa de qualitat**

### Conclusions i valoració dels resultats

Tal com s'ha dit, l'experiència descrita té poc més d'un curs acadèmic de vida. Per a qualsevol projecte educatiu, és un temps molt curt, però, tot i això, l'experiència ha estat valorada molt positivament tant per part del professorat com per part dels alumnes.

En el cas del professorat, ha implicat un contacte i intercanvi d'experiències amb un centre educatiu de característiques similars de Navarra. Les reunions i els cursos de formació en LIMS ens han servit no només per elaborar el material docent acordat, sinó també per conèixer el funcionament de la formació professional en una comunitat autònoma diferent a la nostra.

En el cas dels alumnes, ha suposat una nova manera de treballar a l'aula. De fet, actualment ells estan bastant més immersos en les noves tecnologies del que nosaltres (com a mínim, l'autora de l'article) som capaços d'abastar. Per tant, per als alumnes no ha suposat cap dificultat el fet d'aprendre a manejar el programa LIMS, sinó un al·licient en la unitat formativa de qualitat.

Des del punt de vista acadèmic, hem valorat molt positivament l'experiència, ja que creiem que ha servit per consolidar i exemplificar conceptes àmpliament aplicats en el món empresarial, però, d'una banda, difícils de reproduir en un centre educatiu, i de l'altra, difícils d'explicar a alumnes que, en la majoria dels casos, no han tingut cap experiència laboral en el ram de la química.

En conclusió, tot i que les valoracions realitzades són positives, tenim molt clar que l'experiència no es pot quedar aquí i que hem de continuar treballant per solucionar i millorar aspectes que, al llarg del primer curs d'aplicació, no han acabat de funcionar.

### Altres àmbits d'aplicació

El que s'ha descrit fins ara és el treball a l'aula en l'àmbit de la simulació, però durant el present curs estem encetant una segona fase. Per aprofitar l'abast de gestió que permet el programa BikaLIMS 3.0, hem iniciat la implanta-

ció d'una segona instància del programa, amb accés restringit només per al professorat, per a la gestió de l'instrumental que tenim en el Departament de Química de l'institut. Així, doncs, tenim dues versions de LIMS en el servidor: l'una, per usar-la virtualment amb els alumnes; l'altra, per gestionar, de manera real, l'instrumental.

La raó d'instal·lar dues instàncies del programa és molt clara. Com a bon programa que ha d'assegurar la qualitat i traçabilitat, una norma bàsica del LIMS és que qualsevol manipulació d'informació realitzada queda registrada i no es pot eliminar. A l'empresa, aquesta característica és molt útil, perquè no permet cap engany ni manipulació. En l'àmbit docent, però, representa un inconvenient: cada any tenim el LIMS més carregat d'exercicis i proves fets pels alumnes de cursos anteriors. Així, doncs, cada curs acadèmic el LIMS es reinicia (podríem fer un símil amb el reinici d'un curs Moodle) amb la informació bàsica que permet aprofitar i perfeccionar el material de classe elaborat durant el curs anterior. Aquesta informació bàsica es troba continguda en un arxiu tipus full de càlcul i es pot ampliar o modificar abans de carregar-la en el LIMS.

En canvi, a la instància que s'utilitza per a la gestió d'instrumental, els alumnes no hi tindran accés i s'utilitzarà de manera contínua per fer un seguiment de la gestió dels instruments de l'institut. Creiem que serà una eina molt útil per emmagatzemar tota la informació referent a cadascun dels aparells que, a causa de la seva edat o de la variació del personal docent, sovint costa de recopilar. Aquesta informació pot anar des de l'any d'adquisició de l'aparell fins a les dades tècniques, passant pel PNT d'ús, el PNT de manteniment, el

calendari d'operacions de manteniment pendents de realitzar, les reparacions realitzades i el seu cost, etc.

D'altra banda, un aspecte que no hem desenvolupat gaire és la part de la facturació. De fet, el preu del material, dels reactius i dels equips manipulats pels alumnes sovint els sorprèn molt. Així, doncs, la facturació de les analítiques mitjançant el LIMS podria ser una bona eina per quantificar econòmicament tot el que es manipula i la mateixa feina realitzada en el laboratori per part dels alumnes. Com a proposta, creiem que, en aquest cas, seria bo comptar amb la col·laboració de professors de l'àrea de formació i orientació laboral.

Finalment, m'agradaria animar altres centres que imparteixin cicles de formació professional de la família química a adherir-se al projecte iniciat. Des del començament, aquesta ha estat la nostra idea: crear una xarxa de centres, cadascun amb el seu LIMS, per col·laborar simultàniament situacions d'enviament i d'anàlisi de mostres virtuals. Com més centres hi hagi en aquesta xarxa, més semblant serà la simulació a una situació de gestió real. De fet, una de les tasques de l'expert informàtic contractat va ser redactar unes instruccions d'instal·lació per facilitar la tasca a qualsevol centre que es vulgui adherir al projecte. Val a dir que els professors que hem treballat amb el programa som bàsicament químics, i hem après molta informàtica sobre la marxa, però ens ha estat indispensable la col·laboració de la coordinació TIC del nostre centre.

Cal esmentar també que el material elaborat i l'experiència adquirida es posarà a disposició de qualsevol centre interessat que contacti amb l'autora d'aquest article.

## M'agradaria animar altres centres que imparteixin cicles de formació professional de la família química a adherir-se al projecte iniciat

### Nota

El projecte descrit en l'article ha estat finançat pel Ministeri d'Educació i Ciència i pel Fons Social Europeu, i s'inclou dins els projectes d'innovació convocats en la Resolució de 5 d'abril de 2011 per ser executats al llarg del curs 2011-2012.

### Llocs web d'interès

Butlletí electrònic sobre LIMS:

<http://www.limsfinder.com/>.

BikaLabSystem:

<http://www.bikalabs.com>.

Enllaç al LIMS instal·lat a l'INS

Montilivi (Girona):

<http://lims.iesmontilivi.net:8888/>.

Enllaç al LIMS instal·lat al CIP

Donapea (Pamplona):

<http://donapea-lims.educacion.navarra.es:30680/Plone>.

Pàgina oficial de Plone:

<https://plone.org>.

Pàgina oficial de Zope:

<http://zope.org>.



**Marta Costa Vidal**

És professora de pràctiques (especialitzada en laboratori) al Departament de Química de l'INS Montilivi (Girona). És llicenciada en ciències químiques (1996) per la Universitat de Girona i té un màster en gestió del medi ambient (1999).

A/e: [mcosta27@xtec.cat](mailto:mcosta27@xtec.cat).