

Treball final de grau

**GRAU DE
MATEMÀTIQUES**

**Facultat de Matemàtiques
Universitat de Barcelona**

**ANÀLISI DIDÀCTICA D'ALGUNS DELS
MÒDULS DEL MUSEU DE MATEMÀTIQUES
DE CATALUNYA (MMACA)**

Marina Agudelo Riba

Director: Sergi Muria Maldonado
Realitzat a: Departament de Matemàtica
Aplicada i Anàlisi. UB

Barcelona, 30 de juny de 2015

ÍNDEX

	Pàg.
1. Introducció i antecedents	2
2. Resums	4
2.1. En anglès	4
2.2. En català	5
3. Definició d'objectius	6
4. Desenvolupament	7
4.1. El Museu de Matemàtiques de Catalunya (MMACA)	7
4.1.1. Associació del MMACA	7
4.1.2. Concepte de museu	7
4.1.3. Recorregut del MMACA	7
4.2. Altres museus matemàtics d'arreu del món	13
4.3. Reunions amb els responsables del MMACA	15
4.4. L'actualitat i el funcionament del MMACA	16
4.4.1. Funcionament de les visites	16
4.4.2. El meu punt de vista sobre les visites del museu	17
4.5. Estudi de les enquestes de l'alumnat i el professorat	18
4.5.1. Presentació de les enquestes	18
4.5.2. Conclusions anticipades	20
4.5.3. Introducció als resultats obtinguts	22
4.5.4. Resultats obtinguts	23
4.5.5. Conclusions resultants	23
4.5.6. Comentaris al respecte	26
5. Metodologia i resultats	28
6. Conclusions	34
7. Agraïments	35
8. Referències	36

1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

Sóc alumna de Grau de Matemàtiques, vaig començar la universitat el 2007, quan encara era Llicenciatura. L'any passat, em vaig passar a Grau. I sempre des de l'inici he estat compaginant l'àmbit laboral i l'acadèmic.

El meu objectiu en acabar la carrera és el de ser professora de secundària i Batxillerat d'aquesta assignatura. Per arribar aquest objectiu només em falta l'últim esglaó de la meva fita, el treball final de grau (TFG).

Ser professora és la meua vocació des de que vaig començar la carrera.

Durant la meua trajectòria a la universitat han estat molts els indicis de la meua vocació. Vaig cursar l'assignatura optativa, *Didàctica de les Matemàtiques* amb els professors Anton Aubanell i Sergi Muria, on destaquem l'elaboració d'un recurs didàctic, el "*Memory maths game*". Aquest joc consistia en fer parelles buscant una relació entre sis temes (equacions de rectes, gràfica d'una funció, derivades, sistemes d'equacions, integrals i l'àrea d'una funció). Per tant, aquesta assignatura em va permetre consolidar la meua idea de ser professora.

A més a més, des dels 15 anys imparteixo classes particulars de repàs. Al principi vaig començar donant classes a alumnes de primària, i actualment ho estic fent a alumnes de secundària, batxillerat i universitat. La meua idea és fer que els alumnes que no entenen o no volen entendre les matemàtiques, les vegin amb uns altres ulls. De tal manera que aconseguixin la motivació que els hi falta, de manera divertida, pràctica i interessant.

Fa tres anys, se'm va donar una gran oportunitat. Durant tres mesos, vaig impartir classes a una escola, a alumnes de 1er i 2on de batxillerat, de l'àmbit científic i el social. Una experiència fantàstica i molt enriquidora personalment.

Per aquest motiu vaig voler fer un treball de final de Grau relacionat amb la didàctica de les matemàtiques. Se'm va donar la oportunitat de col·laborar amb el MMACA, Museu de Matemàtiques de Catalunya, ja que el febrer de l'any passat es va inaugurar la primera exposició permanent del MMACA, "*Experiències Matemàtiques*", a Cornellà de Llobregat. I volia d'alguna manera ajudar-los amb aquesta tasca.

Aquesta exposició la vaig conèixer per primera vegada a la UB (Universitat de Barcelona), ja que a l'inici de la carrera es va instal·lar puntualment al vestíbul de l'edifici històric. Quan encara era només exposició itinerant.

Juntament amb el MMACA es va acordar de realitzar un material per abans i per després de la visita de l'exposició, perquè el professor pugui utilitzar-la a l'aula, ja que actualment encara està en una fase molt inicial, i crec que com a futura professora de matemàtiques, m'agradaria disposar d'aquest material per treballar a classe.

A més a més del material d'escrit anteriorment, he estat visitant el museu de Cornellà per veure com es distribueixen els diferents mòduls que contenen i el funcionament de les visites escolars, per tal de poder observar la impressió que tenen els alumnes envers l'exposició i les matemàtiques en general.

Podem dir que el treball està format per la memòria i dos annexos.

La memòria es divideix en tres grans blocs:

- presentació del museu de Matemàtiques de Catalunya (MMACA),
- l'estudi de les enquestes de l'alumnat i el professorat, i
- les fitxes de presentació i guies didàctiques dels mòduls escollits.

I cadascun dels annexos disposa del següent contingut:

- Annex 1 → conté els resultats de l'enquesta amb més detall, amb les taules de valors i les gràfiques corresponents a cada pregunta.
- Annex 2 → conté les deu fitxes de presentació i les deu corresponents guies didàctiques dels mòduls escollits.

Per altra banda, el treball també està format de totes les construccions físiques dels mòduls.

2. RESUMS

2.1. RESUM EN ANGLÈS

This project of final grade is related to MMACA, the Mathematics Museum of Catalonia.

The aim of this project is to work out materials of some of the modules of the museum because, basically, school teachers be able to keep on working in the rooms. The chosen modules have been of varied topics: *“L’arc catenari o catenària”*, *“L’arc de mig punt”*, *“Còniques”*, *“De l’octàedre al cub”*, *“El Pantògraf”*, *“La suma de nombres quadrats”*, *“Els Tres triangles equilàters”*, *“Vestir políedres”*, *“Taules de multiplicar 3D”* and *“Les Torres de Hanoi”*.

The material consists of two different formats: the indicated module paper and a didactic guide of this. Next to it, we’ll give a brief explanation about the contents which are included both in the paper and in the didactic guide.

- The module paper consists of a brief format, clear, precise and very visual which let the teacher easily know the way the module works and some aspects related. This document is useful both for before seeing the module and after.
- The didactic guide is a more extended and elaborated kind. Its content is the one which lets go further in a more specific way the competences and the story of the module. And the most important, it includes a few activities to be done in the room or as homework for the student. Most activities are divided into two parts: the one which let build the original module and the second one, which let work related aspects through its done construction.

In the project’s memory we can find a little information about the MMACA. Also, a relation of the museums and exhibitions in the world. Moreover, we can find a personal diary of each of the visits and interviews made in MMACA, from the very first moment to the very last one. What we can also find is the results of some survey done to the students and to the teachers which have visited the museum, with excellent and very good results.

As for me, now that I am about to finish the Mathematics Grade, this project has been useful for me to get my vocation, which is the mathematics teaching. I have been able to see how the museum works, I have been with the students visiting the museum and have heard their opinions. It’s been a lovely experience.

2.2. RESUM EN CATALÀ

Aquest treball final de grau està relacionat amb el MMACA, el Museu de Matemàtiques de Catalunya.

L'objectiu d'aquest treball és elaborar material d'alguns dels mòduls del museu perquè, bàsicament, els professors de les escoles puguin continuar treballant a les aules la feina iniciada en la visita al museu. Els mòduls escollits han estat de temes variats: *"L'arc catenari o catenària"*, *"L'arc de mig punt"*, *"Còniques"*, *"De l'octàedre al cub"*, *"El Pantògraf"*, *"La suma de nombres quadrats"*, *"Els Tres triangles equilàters"*, *"Vestir políedres"*, *"Taules de multiplicar 3D"* i *"Les Torres de Hanoi"*.

El material elaborat es presenta en dos formats: la fitxa del mòdul corresponent i la guia didàctica d'aquest mateix. A continuació farem una breu explicació dels continguts que formen tant la fitxa com la guia didàctica.

- La fitxa del mòdul, consisteix en un format breu, clar, concís i molt visual, que permeti al professor saber de manera ràpida el funcionament del mòdul, i alguns aspectes relacionats. Aquest document serveix tant per abans de la visita al museu, com per després.
- La guia didàctica és un format més extens i elaborat. Els seu contingut està pensat per poder aprofundir de manera més específica el mòdul i totes les matemàtiques que hi ha al darrera. I el més important, conté una sèrie d'activitats complementàries per poder realitzar-les a l'aula o com a treball per l'alumne. La majoria d'activitats es divideixen en dos parts: la part que permet construir el mòdul original, i la segona part, que permet treballar altres aspectes relacionats mitjançant la construcció feta (en alguns casos).

Dins la memòria del treball hi podem trobar un mica d'informació sobre el MMACA. També, una relació dels museus i exposicions d'arreu del món relacionades amb les matemàtiques. A més a més podem trobar el dietari personal de cadascuna de les visites i entrevistes fetes al MMACA, des del primer moment fins l'últim, i també els resultats d'unes enquestes fetes als alumnes i professors que han visitat el museu, amb resultats molt satisfactoris i enriquidors.

A nivell personal, ara que estic apunt d'acabar el Grau de Matemàtiques, aquest treball m'ha servit per consolidar la meva vocació, l'ensenyament de les matemàtiques. He pogut veure el funcionament del museu, compartir les visita amb els alumnes, poder escoltar les seves opinions i els seus neguits. Ha estat una gran experiència.

3. DEFINICIÓ D'OBJECTIUS

Els objectius d'aquest treball s'emmarquen dins del servei de suport al professorat de l'exposició permanent del MMACA a Cornellà de Llobregat. Des del museu es va detectar la necessitat de generar uns materials que servissin per donar suport al professorat de dues maneres diferents: tenint una idea bàsica i general de cada mòdul, prèviament o posteriorment a la visita; i, generar activitats i materials relacionats amb cada mòdul per a poder treballar a l'aula.

Es va parlar amb la junta del MMACA, i es va decidir de crear una ***fitxa model de presentació dels mòduls*** i una ***guia didàctica per treballar els mòduls després de la visita***.

Com que en l'exposició permanent de Cornellà hi ha més de 70 mòduls exposats, es van escollir deu mòduls de diferents àrees a desenvolupar:

- **L'arc catenari o catenària**
- **L'arc de mig punt**
- **Les Còniques**
- **De l'octàedre al cub**
- **El Pantògraf**
- **La suma dels nombres quadrats**
- **Els Tres triangles equilàters**
- **Vestir políedres**
- **Les taules de multiplicar 3D**
- **Les Torres de Hanoi**

Per poder saber l'opinió dels alumnes i el professorat que han visitat el museu de les matemàtiques i poden enfocar el treball d'una forma més ajustada, es van realitzar enquestes per tal de treure conclusions sobre el material demanat.

4. DESENVOLUPAMENT

4.1. EL MUSEU DE MATEMÀTIQUES DE CATALUNYA (MMACA).

4.1.1. Associació del MMACA

L'associació està formada principalment per professorat de matemàtiques de tot el territori català, l'objectiu principal de la qual és crear un espai museístic dedicat a les matemàtiques, per divulgar i estimular una imatge social positiva de les matemàtiques i donar suport a la tasca de tots els centres educatius.

Institucionalment, l'**associació del MMACA** forma part de la *FEEMCAT (Federació d'entitats per a l'ensenyament de les matemàtiques a Catalunya)*, de l'*ICE de la UPC (Institut de Ciències de l'educació de la UPC)* i de la *SCM (Societat Catalana de Matemàtiques)*. A més a més, també tenen el suport i la col·laboració del *Departament d'Educació* a través del *CESIRE CREAMAT* i les facultats de matemàtiques de les universitats catalanes.

4.1.2. Concepte de museu

Generalment, un museu és una institució permanent, sense ànim de lucre, que està al servei de la societat i obert a tothom, i que recull un conjunt de béns culturals materials, com ara llibres, obres d'art, escultures... per tal de preservar-los com a part de la història i la cultura. El museu els mostra als visitants protegint-los amb vitrines, quadres, barres... per tal que conservar-los de forma òptima i segura.

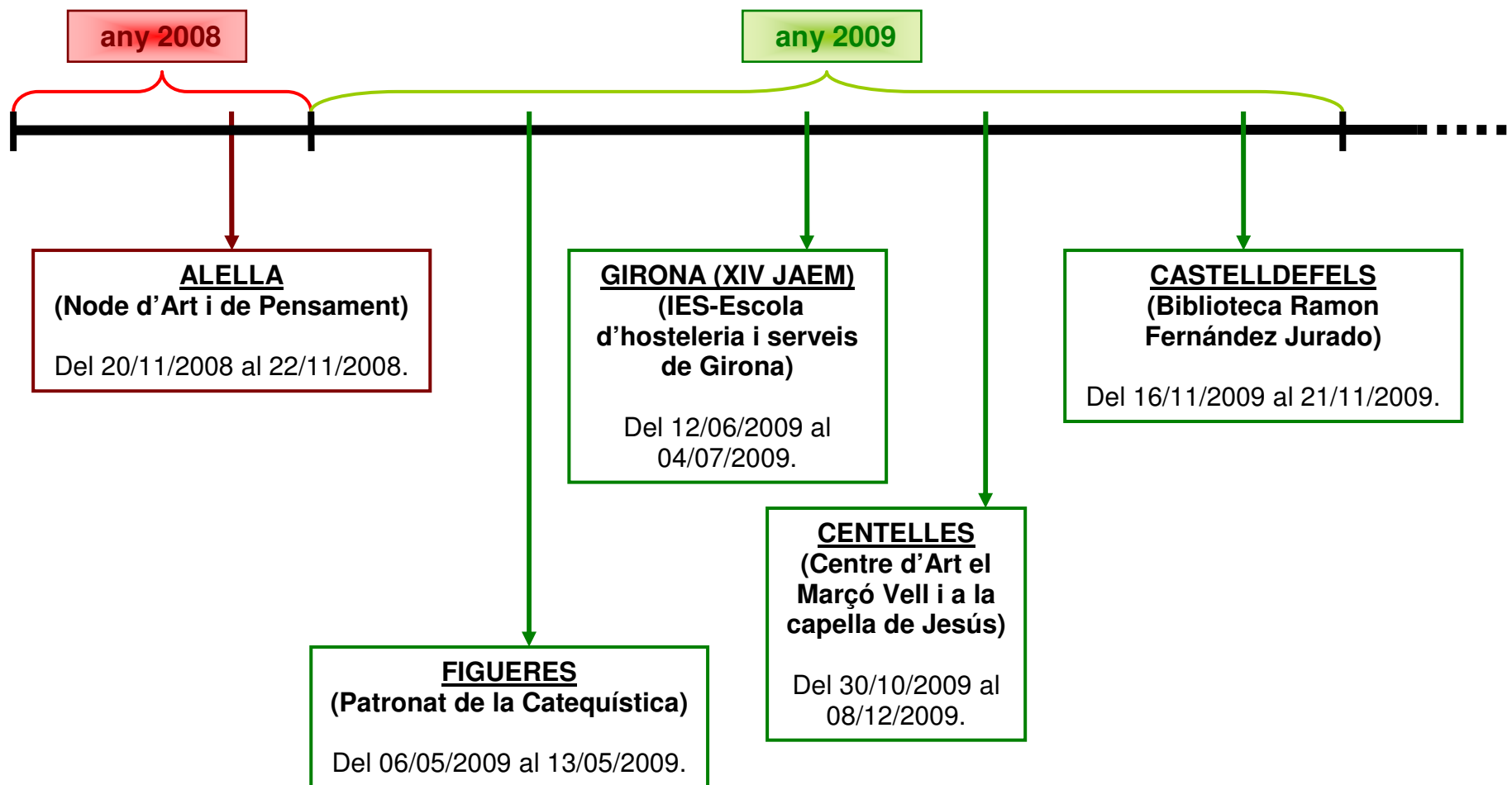
En canvi, un museu de matemàtiques es tot el contrari, el que es pretén és que els visitants (alumnes, professors, famílies, amics...) toquin, manipulin i aprenguin jugant amb les matemàtiques i tots els seus conceptes. El que es vol aconseguir és canviar la seva visió i el seu pensament. Que vegin que les matemàtiques no només són fórmules, números i operacions a la pissarra com es veuen a l'aula, sinó que estan molt més properes del que sembla.

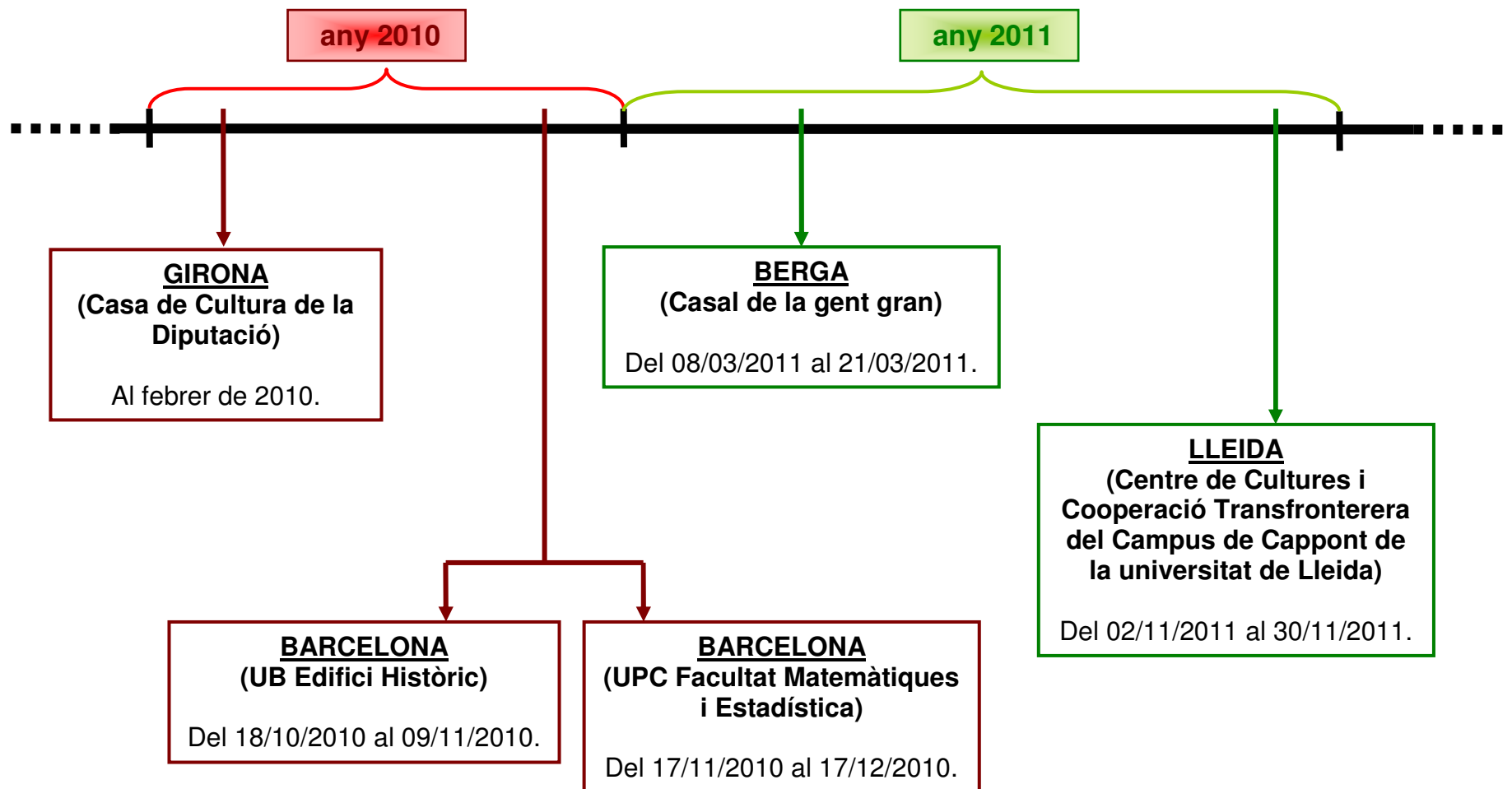
A la pàgina web del MMACA es pot veure un resum de la seva proposta museística (<http://www.mmaca.cat>).

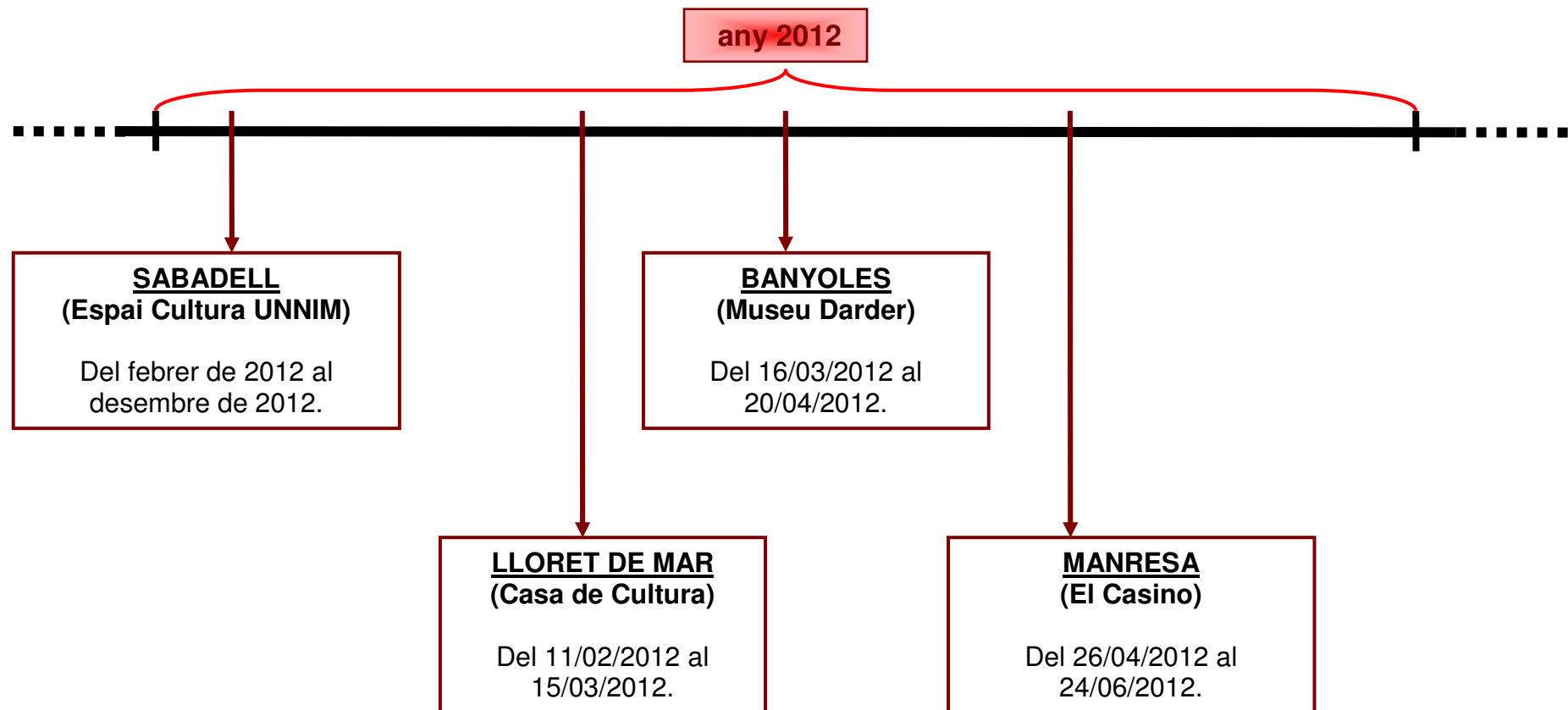
4.1.3. Recorregut del MMACA

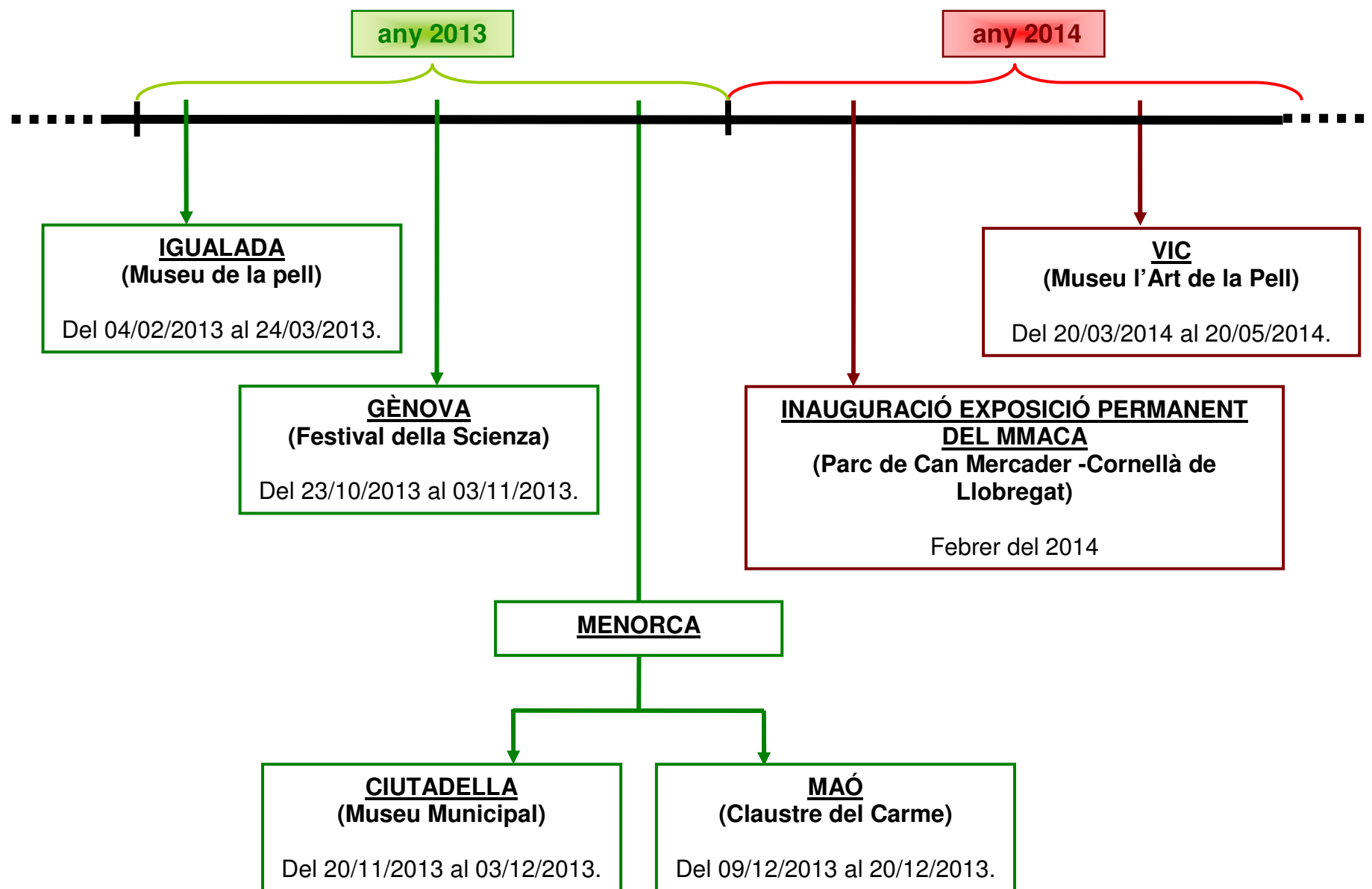
L'any 2007, l'associació del MMACA va crear l'exposició "*Experiències Matemàtiques*" que ha estat itinerant, renovant-se i creixent, per més d'una vintena de poblacions de tot Catalunya i ha estat visitada per més de 30.000 persones. Des de febrer del 2014 es va ubicar de forma permanent a Cornellà de Llobregat. A més a més, s'ha mantingut en funcionament l'exposició itinerant que es va desplaçant per Catalunya, gràcies a la creació de rèpliques dels diferents mòduls que permeten mantenir les dues opcions.

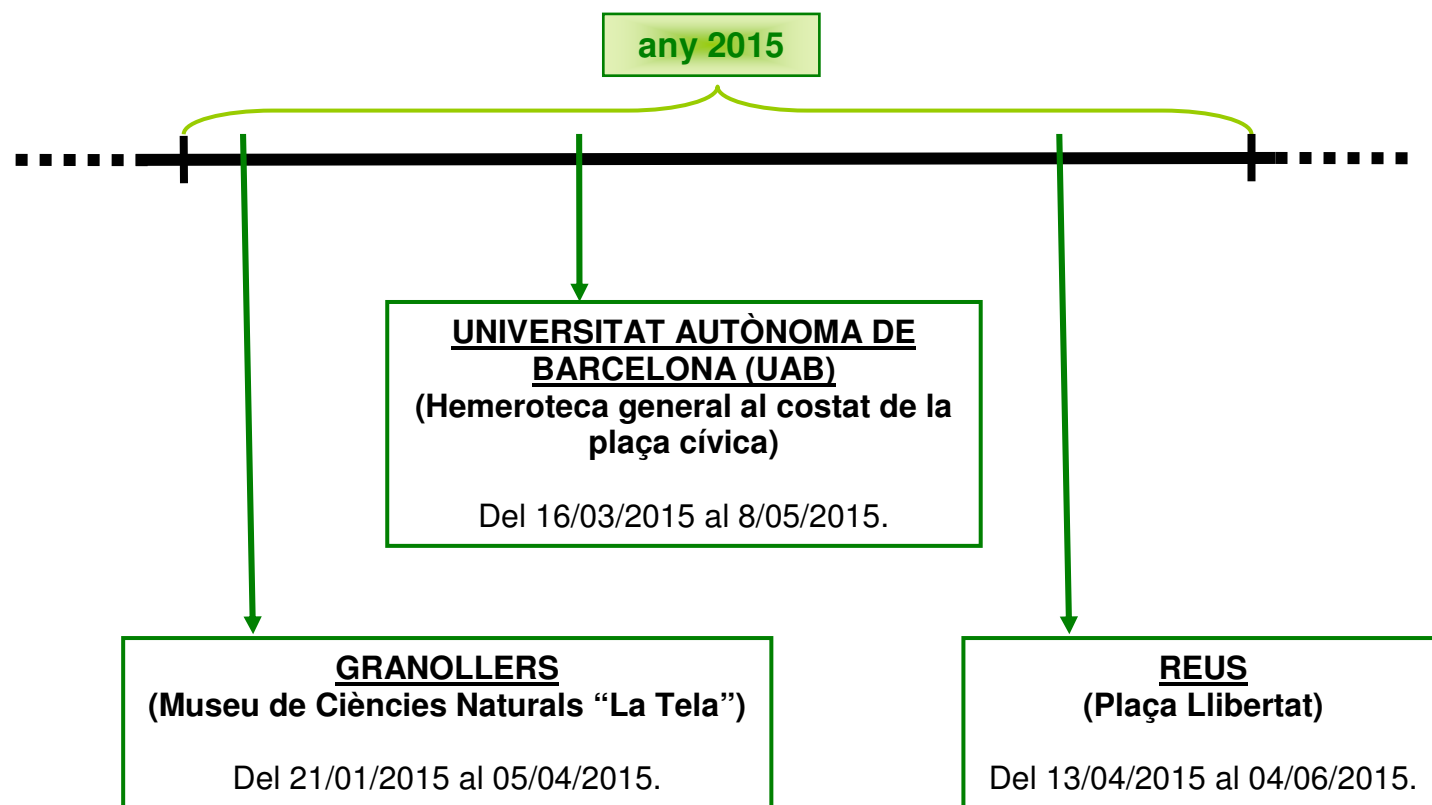
A continuació us presentem el recorregut al llarg d'aquests vuit anys de les exposicions que s'han realitzat.











4.2. ALTRES MUSEUS DE MATEMÀTIQUES D'ARREU DEL MÓN.

En aquest apartat farem una petita revisió dels diferents museus que existeixen relacionats amb les matemàtiques.

De cadascun dels museus hem creat una petita fitxa on apareix el nom, la població, la pàgina web i el logotip, del museu (s'ha de dir que tots els logotips han estat tret de la pàgina web del museu corresponent). I també s'han incorporat uns petits comentaris sobre la seva història, l'actualitat, etc.

<u>NOM DEL MUSEU</u>	<u>UBICACIÓ</u>	<u>PÀGINA WEB</u>	<u>LOGOTIP</u>
MOMATH (National Museum of Mathematics)	NOVA YORK	http://momath.org	
<u>Comentaris</u> • Arran del tancament d'un petit museu de matemàtiques de Long Island, l'any 2008 es va fer una reunió per crear un nou museu de matemàtiques. • El 2009 es va rebre la carta oficial del Departament d'Educació de l'estat de Nova York, que acceptava el projecte. • I el 2012 es va inaugurar. • Actualment el president del museu és el Sr. Glen Whitney, i la directora executiva la Sra. Cindy Lawrence. • Un dels trets característics d'aquest museu és la incorporació de les noves tecnologies (TIC). • Cal destacar els seus mòduls de grans dimensions i l'originalitat de les propostes educatives que ofereixen als seus visitants.			

<u>NOM DE LA PLATAFORMA</u>	<u>PÀGINA WEB</u>	<u>LOGOTIP</u>
IMAGINARY open mathematics	http://imaginary.org	IMAGINARY open mathematics

Comentaris

- Va començar en una exposició itinerant el 2008 i va viatjar per més de 80 ciutats del món. Va ser llavors, quan es va decidir crear una plataforma per acollir tot tipus de propostes.
- És un projecte de *Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach*, on el seu director és el Dr. Gerhard Huisken, institut de recerca de l'Associació Leibniz.
- La plataforma està finançada per *Klaus Tschira Stiftung* fins el 2016.
- L'editor de la versió espanyola de la plataforma és la *Reial Societat Matemàtica Espanyola*.
- Un dels membres de l'associació del MMACA col·laborar amb l'equip d'aquest museu.

<u>NOM DEL MUSEU</u>	<u>UBICACIÓ</u>	<u>PÀGINA WEB</u>	<u>LOGOTIP</u>
IL GIARDINO D'ARCHIMEDE	Florència ITÀLIA	www.math.unif.it/archimede	IL GIARDINO DI ARCHIMEDE unmuseo per la [matematica]

Comentaris

- Es va inaugurar l'any 2004.
- A la seva pàgina web podem trobar molt de material per descarregar.
- Les visites es fan amb grups reduïts de 12 persones i la visita té una durada d'una hora, aproximadament. S'ha de pagar entrada.

<u>NOM DEL MUSEU</u>	<u>UBICACIÓ</u>	<u>PÀGINA WEB</u>	<u>LOGOTIP</u>
MATHEMATIKUM GIESSEN	Giessen ALEMANYA	http://www.mathematikum.de	

Comentaris

- Com en altres museus, aquest també va començar l'any 1994 a través d'una exposició "*Mathematik zum Anfassen*", que significa *matemàtiques per tocar*.
- Fruit de l'interès dels visitants en les diferents exposicions portades a terme a l'any 2002 es va poder inaugurar el museu.
- Actualment el director del museu és el Sr. Albrech Beutelspacher.

4.3. REUNIONS AMB ELS RESPONSABLES DEL MMACA.

El primer contacte que vas ser el dia 5 de febrer de 2014 a la **Jornada inaugural al professorat** de l'exposició permanent a Cornellà de Llobregat. Allà vaig tenir el plaer de conèixer el director actual de l'Associació del Museu de Matemàtiques de Catalunya (MMACA) el Sr. Josep Rey, i d'altres membres del MMACA, com el Guido Ramellini, la Pura Fornals, el Manel Udina, d'entre altres. En aquell moment, va ser la primera presa de contacte amb els responsables del MMACA i els primers intercanvis d'opinions respecte l'enfocament del treball.

Durant les visites fetes a Cornellà, vàrem parlar amb la Pura i el Guido de com es podia desenvolupar la feina encomanada per tal que pogués ser més útil per al museu i als seus visitants, de manera que anés enriquint els serveis que ofereix el MMACA.

Així doncs, la feina a desenvolupar es va plantejar a partir del treball iniciat per un col·laborador del MMACA, per tal de documentar cada mòdul amb una fitxa que actualment es troben disponibles a la pàgina web del museu. Es va proposar com a tasca la confecció d'una fitxa més curta, senzilla i visual.

També varen demanar que cada fitxa anés complementada amb una guia didàctica formada per activitats que els hi servissin als professors per seguir treballant a l'aula.

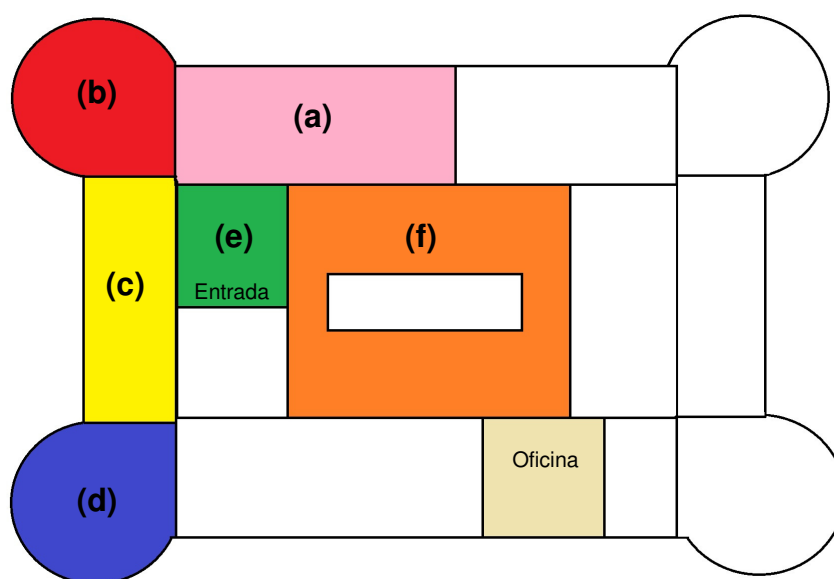
Voldria destacar i agrair la bona predisposició de tots els responsables del museu que han resolt tots els dubtes que m'han sorgit, i m'han ajudat i animat a fer la meva tasca.

El monitors de les visites, Silvia i Gabi, m'han explicat el funcionament que tenen a les visites (en el pròxim punt ho explicarem millor), i les anècdotes que els han passat al llarg de la seva trajectòria com a monitors.

4.4. L'ACTUALITAT I EL FUNCIONAMENT DEL MMACA

Durant totes les visites fetes a l'exposició permanent del MMACA a Cornellà de Llobregat, he pogut veure el funcionament, l'actitud dels professors visitants, el comportament i opinions dels alumnes i les diferents explicacions donades segons el nivell educatiu del grup visitant.

El museu es divideix en diferents espais, veiem el següent mapa on hi ha la ubicació de cadascun dels espais:



Durant l'any que es va inaugurar el museu els espais no tenien nom, les sales eren identificades com la gran, la petita, la dels miralls, etc. Per això, aquest any van identificar cadascuna de les sales amb noms de matemàtics, que són els següents:

- (a) **Sala Martin Gardner**, dedicada a la geometria.
- (b) **Sala George Pólya**, dedicada al càlcul.
- (c) **Sala Puig Adam**, dedicada a la combinatòria.
- (d) **Sala Lluís Santaló**, dedicada a l'estadística i activitats d'estratègia.
- (e) **Sala Eratóstenes**, dedicada al mòdul del planeta terra i la botiga.
- (f) **Sala Emma Castelnuovo**, dedicada als miralls.

4.4.1. Funcionament de les visites

Les reserves es realitzen per internet, a través de la pàgina web o del correu electrònic. Es fan grups de 30 alumnes a partir de 5è de primària. Poden coincidir un màxim dos grups per franja horària, i cada grup ha de pagar 60€ per la visita.

Les franges horàries són les següents:

Dilluns:	torn → 9:30h	o bé	torn → 11:15h	o bé	torn → 15:30h
Dimarts:	torn → 9:30h	o bé	torn → 11:15h		
Dimecres:	torn → 9:30h	o bé	torn → 11:15h	o bé	torn → 15:30h
Dijous:	torn → 9:30h	o bé	torn → 11:15h		
Divendres:	torn → 9:30h	o bé	torn → 11:15h		

Cada visita dura aproximadament una hora i quinze minuts amb un monitor durant tot aquest temps.

Per el públic en general, els horaris de visites són:

Dimecres de 17:00h a 20:00h
Diumenges de 10:00h a 14:00h

L'entrada és lliure, no s'ha de pagar res, però es disposa d'un guardiola matemàtica que permet fer els donatius que considerin oportuns.

El funcionament quan els grups ja han arribat a l'exposició és el següent:

- Es divideixen els dos grups, si és que hi ha dos grups, amb cada monitor. I aquests els porten a dos sales diferents. Normalment, uns a la sala gran (**Àrea de geometria**) i els altres a l'entrada (**L'esfera de la Terra**). Aquest procés és només el punt de partida, igualment tots els grups passaran per totes les sales i podran tocar tots els mòduls.
- Cada monitor explica un o dos mòduls al grup, per tant cada grup aprofundirà dos o quatre mòduls. La resta de temps els alumnes van experimentant al seu aire, i sempre que tinguin algun dubte, podran preguntar al monitor perquè els hi aclareixi.

4.4.2. El meu punt de vista sobre les visites del museu

He tingut la oportunitat d'assistir a diferents visites, de diferents nivells, de 3er, 4t i 5è d'Educació Primària, passant per 1er, 2on, 3er i 4t d'ESO, i fins arribar a 1er i 2on de Batxillerat.

Cadascuna de les visites ha estat molt enriquidora per mi. El punt de vista dels professors i els alumnes els explicaré en el seu punt, mitjançant unes enquestes fetes durant les meves visites.

La meva sensació ha estat que el museu (exposició permanent) és per totes les edats, per tots els públics, pels que els hi agraden les mates, pels que no... És un espai que permet descobrir aspectes de les matemàtiques que rarament ens pensàvem que existien, mitjançant objectes i manualitats. La majoria de visitants, tant escoles com el públic en general, queden encuriosits i es diverteixen amb els mòduls i la visita.

En acabar la visita, la majoria d'escoles visitants aprofiten per dinar o fer alguna mena d'activitat, fins i tot relacionada amb les matemàtiques, al **Parc Can Mercader** de Cornellà de Llobregat, una zona verda molt ampla on està situat l'exposició permanent del MMACA. Per tant, la situació és un al·licient alhora de venir a la visita.

4.5. ESTUDI DE LES ENQUESTES DE L'ALUMNAT I EL PROFESSORAT

4.5.1. Presentació de les enquestes.

Durant els quatre primers mesos d'aquest any, es va realitzar un estudi amb enquestes dirigides al professorat i a l'alumnat que visitessin el museu de Matemàtiques de Catalunya (MMACA), situat a Cornellà de Llobregat.

Les enquestes es varen realitzar a l'atzar, i sempre durant els últims deu minuts abans de finalitzar la visita, ja que d'aquesta manera els alumnes i els professors ja han vist el museu.

Els formularis de les enquestes realitzades eren els següents: per l'alumnat:

Amb la col·laboració del MMACA	ENQUESTA PER L'ALUMNAT
<i>Aquesta enquesta és per realitzar el treball de final de grau d'una alumne de Grau de Matemàtiques i les respostes seran utilitzades únicament per aquest fi.</i>	
T'agraden les matemàtiques? ☐ Sí ☐ No	
El professor us ha explicat què trobaríeu al museu? ☐ Sí ☐ No En cas afirmatiu, què us ha dit? _____ _____	
En cas contrari, què esperaves trobar-te? _____ _____	
I ara que hi has estat, quina és la teva sensació? S'han complert les teves expectatives? _____ _____	
Quin material t'ha agradat més? Per què? _____ _____	
Què penses ara de les matemàtiques, després de passar pel museu? _____ _____	
T'agradaria continuar ampliant a classe el que heu començat a treballar avui? ☐ Sí ☐ No En cas afirmatiu, de quina manera? _____ _____	
T'agradaria tornar a venir? ☐ Sí ☐ No	
Recomanaries de venir al museu als teus companys? ☐ Sí ☐ No	
I a la teva família? ☐ Sí ☐ No	
<i>Gràcies per la teva col·laboració.</i>	

Pel professorat:

Amb la col·laboració del MMACA

ENQUESTA PEL PROFESSORAT

Aquesta enquesta és per realitzar el treball de final de grau d'una alumne de Grau de Matemàtiques i les respostes seran utilitzades únicament per aquest fi.

Nom escola: _____ Població: _____

Titulació: _____ Nivell/s on imparteix classe: _____

Assignatures que imparteix: _____

De qui va ser la iniciativa de venir al MMACA? _____

Es va informar els alumnes de què es trobarien al MMACA? ☐ Sí ☐ No

En cas afirmatiu, què els hi van dir? _____

Es va preparar els alumnes d'alguna manera? ☐ Sí ☐ No

En cas afirmatiu, de quina manera? _____

Com a docent:

Què li ha semblat el museu? _____

Quin és el material que més li ha agradat? _____

I el que més l'ha encuriolit? _____

Li agradaria que hi hagués algun altre tipus de proposta? ☐ Sí ☐ No

En cas afirmatiu, quina? _____

Creu que la visita d'avui al MMACA els hi servirà als alumnes? ☐ Sí ☐ No

En cas afirmatiu, de quina manera? _____

Sap si els hi tenen preparada alguna tasca a fer després de la visita, a l'aula? ☐ Sí ☐ No ☐ NS/NC

En cas afirmatiu, quina? _____

Els hi semblaria bé tenir algun material del museu per poder treballar a l'aula després de la visita? ☐ Sí ☐ No

En cas afirmatiu, de quin tipus? _____

Quant de temps s'hi podria dedicar a l'aula? _____

Recomanaria a altres escoles que vinguin a visitar el museu? ☐ Sí ☐ No

En cas afirmatiu, per quina raó? _____

A títol personal:

Hi vindria amb la família o amics? ☐ Sí ☐ No

Altres observacions o suggeriments que vulgui fer: _____

Gràcies per la seva col·laboració.

4.5.2. Conclusions anticipades.

En el moment de confeccionar les enquestes, es van analitzar cadascuna de les preguntes que hi apareixien, de tal manera, que cadascuna d'elles aportés alguna conclusió important.

Referent a l'enquesta de l'alumnat,

T'agraden les matemàtiques? (Sí/No)

És una pregunta que ens permetrà conèixer si aquesta assignatura els agrada o no. Ja que, si els agrada segurament que les conclusions seran bones, però en cas contrari, podria ser que les següents respostes continuessin sent negatives, o pel contrari, que la visita al museu els canviés la visió envers les matemàtiques.

El professor us ha explicat què trobaríeu al museu? (Sí/No)

En cas afirmatiu, què us ha dit?

En cas contrari, què esperaves trobar-te?

Ens permetrà conèixer si els professors informen o no als alumnes abans de la visita i de quina manera. O en cas contrari, que ens diguin quina idea tenen envers el museu abans de visitar-lo.

I ara que hi has estat, quina és la teva sensació? S'han complert les teves expectatives?

Per saber si realment el que els havia dit el professor o bé el que s'havia imaginat ell mateix ha estat a l'altura del que tenia en ment.

Quin material t'ha agradat més? Per què?

Ens permetrà saber quin és el mòdul del museu que té més èxit. I a més, veure el perquè, ja que podria ser que anomenessin un mòdul perquè fos el que la monitor/a del museu els hi ha explicat, i per tant, el que millor han entès el seu funcionament.

Què penses ara de les matemàtiques, després de passar pel museu?

Per saber si després de la visita al museu, els hi agraden més les matemàtiques o continuen amb el mateix pensament.

T'agradaria continuar ampliant a classe el que heu començat a treballar avui? (Sí/No)

En cas afirmatiu, de quina manera?

Per saber si els hi agradaria continuar treballant a l'aula amb materials del museu i diferents activitats relacionades, que és l'objectiu d'aquest treball. I veure les diferents idees que els mateixos alumnes tenen.

T'agradaria tornar a venir? (Sí/No)

Per veure si repetirien l'experiència o no.

Recomanaries de venir al museu als teus companys? (Sí/No)

I a la teva família? (Sí/No)

Pel simple fet, que si els hi ha agradat del cert que afirmaran la resposta, però si no podria ser que responguessin negativament.

Referent a l'enquesta del professorat,

Titulació:

Pel simple fet de si són professors o, pares o mares que acompanyes al grup.

Assignatures que imparteix:

Per saber si són professors que imparteixen assignatures relacionades amb les matemàtiques o són professors d'altres assignatures no relacionades amb les matemàtiques. Ja que així les següents respostes podrien variar si són de matemàtiques o no.

De qui va ser la incitativa de venir al MMACA?

Per saber qui ha estat el promotor de visitar el museu.

Es va informar els alumnes de què es trobarien al MMACA? (Sí/No)

En cas afirmatiu, què els hi van dir?

Per saber si informen als alumnes abans de venir, del que es trobaran a la visita o no.

Es va prepara els alumnes d'alguna manera? (Sí/No)

En cas afirmatiu, de quina manera?

Per saber si preparen o no els alumnes, i de quina manera, amb explicacions, diapositives, activitats...

COM A DOCENT:

Què li ha sembla el museu?

El punt de vist del professor sobre el museu.

Quin és el material que més li ha agradat?

I el que més l'ha encuriolit?

Saber quin és el mòdul que té més èxit segons el professor i què és el que més els ha sorprès.

Li agradaria que hi hagués algun altre tipus de proposta? (Sí/No)

En cas afirmatiu, quina?

Per saber si tenen alguna idea diferent respecte el museu que es pugui tenir en conte o no.

Creu que la visita d'avui al MMACA els hi servirà als alumnes? (Sí/No)

En cas afirmatiu, de quina manera?

De quina manera els professors veuen, segons el seu punt de vista, la visita al museu o no. Si els ajudarà de cara les pròximes classes de l'assignatura.

Sap si els hi tenen preparada alguna tasca a fer després de la visita, a l'aula? (Sí/No/NSNC)

En cas afirmatiu, quina?

Saber si continuaran treballant després de la visita, a l'aula, o pel contrari només fan una visita i ja està, sense més ni més.

Els hi semblaria bé tenir algun material del museu per poder treballar a l'aula després de la visita? (Sí/No)

En cas afirmatiu, de quin tipus?

Saber si tinguessin algun material del museu l'utilitzarien a classe o no. I quin tipus de material els hi agradaria treballar, que és l'objectiu d'aquest treball.

Quant de temps s'hi podria dedicar a l'aula?

Saber quin és el temps que tenim per treballar amb les activitats complementaries del museu.

Recomanaria a altres escoles que vinguin a visitar el museu? (Sí/No)**En cas afirmatiu, per quina raó?**

Saber si els hi ha agradat el museu, per quines raons els ho recomanarien a altres escoles.

A TÍTOL PERSONAL:**Hi vindria amb la família o amics? (Sí/No)****Altres observacions o suggeriments que vulgui fer:**

Que tinguin la oportunitat de pogué explicar o proposar temes que no s'hagin tocat en totes les preguntes anteriors.

4.5.3. Introducció als resultats obtinguts.

Referent a l'alumnat.

S'han aconseguit un total de **590** enquestes realitzades, dividides en els següents cursos:

- alumnes de 1er d'ESO (12 a 13 anys) → **110** enquestes,
- alumnes de 2on d'ESO (13 a 14 anys) → **195** enquestes,
- alumnes de 3er d'ESO (14 a 15 anys) → **44** enquestes, i
- alumnes de 4t d'ESO (15 a 16 anys) → **241** enquestes.

Les escoles participants d'aquestes enquestes són:

1er d'ESO:

Escola Guinardó de Barcelona	→ 20 enquestes
Institut Sant Elm de Sant Feliu de Guíxols	→ 44 enquestes
Institut Terra Roja de Santa Coloma de Gramenet	→ 46 enquestes

2on d'ESO:

Col·legi Sant Gervasi de l'Hospitalet de Llobregat	→ 29 enquestes
Ins. la Vall del Tenes de Santa Eulàlia de Ronçana	→ 91 enquestes
IES Can Jofresa de Terrassa	→ 49 enquestes
Institut Sant Elm de Sant Feliu de Guíxols	→ 26 enquestes

3er d'ESO:

Institut de Sales de Viladecans	→ 44 enquestes
---------------------------------	-----------------------

4t d'ESO:

Col·legi Sant Gervasi de l'Hospitalet de Llobregat	→ 23 enquestes
Institut Camps Blancs	→ 32 enquestes
Escola Sagrada Família	→ 98 enquestes
IES Viladecavalls de Viladecavalls	→ 88 enquestes

Referent al professorat.

S'han aconseguit un total de **55** enquestes realitzades, dividides en els següents titulacions dels professors:

- Administració i direcció d'empreses → 1 enquesta
- Arquitectura → 2 enquestes
- Belles arts → 1 enquesta
- Biologia → 2 enquestes
- Ciències → 2 enquestes
- Economia → 1 enquesta
- Enginyeria informàtica → 1 enquesta
- Enginyeria industrial → 1 enquesta
- Filologia anglesa → 2 enquestes
- Física → 7 enquestes
- Geologia → 1 enquesta
- Història → 4 enquestes
- Matemàtiques → 14 enquestes
- Música → 1 enquesta
- Química → 2 enquestes
- Altres → 13 enquestes

4.5.4. Resultats obtinguts.

Per veure amb detall els resultats obtinguts de cadascuna de les preguntes de les enquestes de l'alumnat i del professorat mireu ***l'Annex 1: Resultats obtinguts a les enquestes de l'alumnat i el professorat***, on apareixen les taules de valors i les gràfiques corresponents.

4.5.5. Conclusions resultants.

Conclusions referents a l'alumnat:

- Una mica més de la meitat dels alumnes els hi agraden les matemàtiques. En els alumnes de 2on, 3er i 4t d'ESO és aproximadament la meitat d'ells, en canvi veiem que els alumnes de 1er d'ESO són el 86% d'ells que sí que els hi agraden.
- La majoria dels alumnes comenten que el professor no els hi ha explicat res abans de la visita al museu. Destaquem la resposta negativa d'aquesta pregunta en els alumnes de 3er i 4t d'ESO, amb aproximadament un 80%.
 - Normalment els alumnes diuen que el professor els hi ha explicat que trobarien activitats, proves, jocs diversos i després més concretament, manipulatiu.
 - La majoria es pensaven trobar com una classe normal, avorrida i teòrica. I seguidament el seu pensament seria de trobar-se un museu normal i corrent, amb quadres, escultures, llibres, història...
- En general, la sensació dels alumnes ara que han estat al museu és divertida i agradable.
- Una mica menys del 50% dels alumnes diuen que s'han complert les seves expectatives. I el 44% restant, no ha contestat la pregunta.
- El material que més els hi ha agradat ha estat el de geometria amb un 28%, seguidament dels miralls. Destaquem els mòduls concrets que més els hi ha agradat de cadascuna de les àrees del museu:

- Càlcul:
 - Qui és qui,
 - taula de multiplicar 3D, i
 - els nombres primeres.
- Combinatòria:
 - Puzzles varis,
 - pont de Leonardo,
 - tauler d'escacs,
 - tessell·lació de Penrose,
 - sudoku,
 - pilota de futbol,
 - paradoxa del bitllet,
 - caixa menja caixa,
 - camins Hamilton, i
 - vestir políedres.
- Estadística i estratègia:
 - Gratacels,
 - ping-pong,
 - torres de hanoi, i
 - pòster de pedres.
- Geometria:
 - Polydron magnètic,
 - cicloide,
 - puzles varis,
 - Pintàgores,
 - arc catenari o caternària, i
 - pantògraf.
- Miralls:
 - Calidoscopi,
 - il·lusions òptiques, i
 - casa d'Ames.
- Un 33% dels alumnes pensen que ara després de la visita les matemàtiques són o poden ser divertides. Encara que el 25% continuen pensant el mateix.
- El 70% dels alumnes els hi agradaria continuar treballant a l'aula, encara que una mica més de la quarta part d'ells no ho voldrien. Aquests resultats han estat molt similars als quatre cursos per separat, no hi ha hagut cap diferència entre ells.
- La majoria els hi agradaria continuar treballant amb el material que hi ha al museu, o de la mateixa manera que el museu, a més amb activitats manipulatives, figures, jocs...
- El 83% dels alumnes tornarien a venir al MMACA, quasi tots tret del 16% restant que no.
- La majoria dels alumnes recomanarien als seus companys, amics de venir a visitar al museu. Encara que uns quants alumnes menys no ho farien amb la família. Els alumnes de 1er d'ESO són els que la majoria hi anirien tan amb la família com amb els companys.

Conclusions referents al professorat:

- La major part de la iniciativa de venir al MMACA ha estat del departament i/o professors de matemàtiques.
- Més de la meitat de professors van informar als alumnes de què es trobaven al museu.

- Quasi la meitat del professorat no sap que els hi van dir als alumnes, però el 25% del professors els hi van dir que hi hauria activitats manipulatives, i activitats en general.
- Més de la meitat de professors no han preparat els alumnes amb cap mena de material, tret del 24% que sí.
 - La gran majoria de professors no saben o no contesten de quina manera s'han preparat els alumnes, gairebé la quart part del professors es divideix en fer problemes, presentació de un o varis mòduls del museu, amb un dossier o bé amb comentaris.
- Una mica més de la meitat del professorat coincideix en que el museu és molt interessant i estimulante. I l'altre meitat es divideix en correcte i manipulatiu.
- Quasi la quarta part dels professors diu que totes les àrees del museu els hi ha agradat, l'altre quarta part diuen que els de l'àrea geomètrica els hi ha agradat més, seguidament de la combinatòria. Destaquem els mòduls concrets que més els hi ha agradat de cadascuna de les àrees del museu:
 - Càlcul:
 - Qui és qui, i
 - taula de multiplicar 3D,
 - Combinatòria:
 - Tessel·lació de Penrose,
 - puzles varis,
 - pont de Leonardo, i
 - sudoku,
 - Estadística i estratègia:
 - Gratacels, i
 - pòster de pedres.
 - Geometria:
 - Pintàgores,
 - cicloide, i
 - polydron magnètic.
 - Mapa:
 - MPE triangle esfèric.
 - Miralls:
 - Calidoscopi.
- Un 23% dels professors responen que el material que més l'ha encuriolit ha estat l'àrea dels miralls, seguidament de la geometria i la combinatòria, a parts iguals. Destaquem els mòduls concrets que més els hi ha encuriolit de cadascuna de les àrees del museu:
 - Combinatòria:
 - Tessel·lació de Penrose,
 - puzles varis,
 - paradoxa del bitllet, i
 - pont de Leonardo.
 - Estadística i estratègia:
 - Gratacels.
 - Geometria:
 - Arc catenari o catenària, i
 - Pintàgores.
 - Miralls:
 - Calidoscopi, i
 - il·lusions òptiques.

- El 39% dels professors voldrien tenir algun altre tipus de proposta, el 36% no. I la resta no ho saben o no han contestat la pregunta.
 - Més de la meitat d'ells no saben o no han contestat quin tipus de proposta els hi agradaria. Però dins el 40% aproximadament, voldrien més jocs, algun audiovisual, material per poder treballar després de la visita a classe i que la visita fos més llarga de temps.
- Tots els 55 professors van coincidir en que la visita al MMACA els hi serviria als alumnes per l'assignatura de matemàtiques.
 - El 81% coincideixen en que els alumnes entendran millor les matemàtiques respecte el punt de vista del museu més manipulatiu; els hi servirà per motivar-los i veure-les més atractives.
- Prop del 50% les hi tenen preparada alguna tasca a fer als alumnes, després de la visita al museu. Encara que més de la quarta part no ho saben o no han contestat la pregunta.
 - Les tasques que els hi tenen preparades es divideixen en fer activitats i fer una exposició o explicació a davant la classe, amb un 20%. Comentar que hi ha un 5% del professorat que no tenia cap activitat preparada abans de la visita, però que hi ha estat podria ser possible que en preparessin alguna.
- Quasi les tres quartes parts del professorat voldrien tenir algun material del museu per poder treballar a l'aula després de la visita.
 - Una quarta part dels professors voldrien tenir les reproduccions dels mòduls del museu, del material que han vist. I amb un 13% voldrien tenir una guia didàctica i d'aspectes relacionats de geometria, respectivament.
- El 25% del professorat dedicaria unes sessions a treballar amb aquest material.
- Quasi tots els professors recomanarien a altres escoles de venir a visitar al museu (el 89%).
 - Malgrat que molts professors recomanarien a altre escoles de visitar al museu, un 36% no ho sap o no ha contestat la pregunta. Dels que sí, el 25% diuen que la raó és perquè és interessant i el 18% perquè els alumnes tinguin un altre punt de vista de les matemàtiques.
- El 84% del professors tornarien a venir amb la família o amics, el 5% restant diuen que no.
- Referent a les observacions i suggeriments exposats pels professors, les podríem agrupar en tres grups: els agraïments, el temps i les millories.

4.5.6. Comentarís.

- Referent a la pregunta de l'alumnat, "*I ara que hi has estat, quina és la teva sensació? S'han complert les teves expectatives?*", criem que la majoria d'alumnes no han contestat a les dues preguntes, és a dir, que només contestaven o una o l'altre. Per tant, els resultats no són els que ens esperàvem.
- Cal dir que els alumnes quan diuen el material que més els hi ha agradat, anomenen aquells que han explicat els monitors de la visita. Això pot ser un fet, que creiem es pot veure reflectit a l'estudi.
- Algun dels professors visiten les instal·lacions del museu prèviament a la visita escolar. És molt bona iniciativa ja que d'aquesta manera poden explicar millor el que es trobaran i quines activitats prèvies o posteriors poden fer als alumnes.

- Caldria incentivar que els professors prepararessin la visita, ja que la majoria no ho fan. D'aquesta manera l'alumnat tindria un coneixement previ i posaria més atenció en cadascun dels mòduls.
- Observem que els percentatges obtinguts a la pregunta de l'alumnat *"El professor us ha explicat què trobaríeu al museu?"* i a la del professorat *"Es va informar els alumnes de què es trobarien al MMACA?"*, no coincideixen. Aquest fet pot suposar o bé una falta d'atenció de l'alumne vers el professor, o bé mala comunicació entre el professor i l'alumne, o mala expressió del professor.
- Destacar la resposta negativa del professor a la pregunta *"Hi vindria amb la família o amics?"*. Aquesta resposta dóna molt a pensar l'actitud del professor. Ja que si el professor no vol tornar al museu, significarà que la seva sensació no ha estat bona i segurament ho transmetrà així a l'alumne.
- Tan els professors com l'alumnat han coincidit en que estaria molt bé treballar les matemàtiques de la forma que ho fa el museu. De manera manipulativa, i tenint activitats complementàries relacionades en els mòduls per poder continuar treballant-los a classe.
- Algun dels professors demanaven on podrien aconseguir el material del museu, per tal d'intentar crear un laboratori o taller de matemàtiques al seu centre. Aquest fet fa que la necessitat de poder reconstruir els mòduls sigui interessant.

5. METODOLOGIA I RESULTATS

Tal i com s'ha dit a l'apartat de *definició d'objectius*, es van escollir deu mòduls dels més de 70 que hi ha a l'exposició permanent de Cornellà de Llobregat. Recordem quines eren:

- **L'arc catenari o catenària**
- **L'arc de mig punt**
- **Les Còniques**
- **De l'octàedre al cub**
- **El Pantògraf**
- **La suma dels nombres quadrats**
- **Els Tres triangles equilàters**
- **Vestir políedres**
- **Les taules de multiplicar 3D**
- **Les Torres de Hanoi**

En cadascun d'ells s'ha elaborat un ***fitxa model de presentació*** i una ***guia didàctica per després de la visita***. Per tal d'establir un model de fitxa i de guia didàctica per a futurs treballs i d'aquesta manera anar aconseguint de tenir aquest material per tots els mòdul del museu.

Anem a explicar els criteris que s'han seguit per a realitzar aquests dos documents.

Fitxa model de presentació del mòdul:

Aquest document serveix tant per professors com per visitants del museu. El seu objectiu és tenir una idea relativa del mòdul, és a dir, tenir una presentació ràpid i molt visual, amb moltes fotografies, per poder identificar i entendre els aspectes generals dels mòduls.

La plantilla de la fitxa model de presentació del mòdul és la que es posa a continuació, és una plantilla en blanc.

 Experiències: matemàtiques	Fitxa de presentació: <i>Títol del mòdul</i>	mmaca Museu de Matemàtiques de Catalunya
<i>Fotografies de la presentació del mòdul, juntament amb el seu plafó.</i>		
Edat mínima recomanada:		
Descripció del material:		
Descripció de l'activitat que es planteja:		
Indicacions per assolir el repte que planteja el mòdul:		
Continguts que s'hi treballen:		
Mòduls relacionats:		

Com s'observa, la fitxa de presentació a d'ocupar com a molt una plana DIN A4, ja que si ocupés més d'una plana es faria molt llarga i feixuga, i no es podria col·locar prop del mòdul com a complement del plafó si fos el cas.

Farem una breu explicació del contingut que conté la fitxa.

A la capçalera i trobarem, el títol del mòdul envoltat per dos logos, el de l'exposició "*Experiències Matemàtiques*" i el de l'Associació del Museu de Matemàtiques de Catalunya, MMACA. A més, també hi trobarem l'aspecte visual del mòdul en format fotografia, perquè així és més ràpid de detectar de quin mòdul estem parlant. Aquesta capçalera serà la mateixa que utilitzarem a la **guia didàctica**, així semblen que estiguin més vinculats.

Després de la capçalera tindrem els següents apartats que anirem descrivint a continuació:

- **Edat mínima recomanada** → aproximadament, a partir de quina edat s'aconsella que es pot realitzar el mòdul.
- **Descripció del material** → quines peces formen el mòdul, de manera detallada, és a dir, descrivint la forma, la quantitat, el material de que estan fetes, el color... Així sabrem exactament la composició del mòdul, sense deixar-nos cap aspecte.
- **Descripció de l'activitat que es planteja** → descriu l'activitat que proposa el mòdul, de manera clara i concisa.
- **Indicacions per assolir el repte que planteja el mòdul** → està relacionat amb l'apartat anterior però d'una manera més detallada. Ens explica el procediment que s'ha de seguir fins a assolir el repte o l'activitat en la seva totalitat. Per tal que aquest apartat sigui més visual s'ha optat per realitzar cadascun dels passos amb fotografies del mòdul real.
- **Continguts que s'hi treballen** → explica en forma de llistat, cada un dels continguts i aspectes que s'hi treballen en el mòdul. Així el professor que ho llegeixi ho pot utilitzar en alguna de les classes segons el temari que s'estigui fent.
- **Mòduls relacionats** → llistat de tots els mòduls que tenen alguna mena de relació amb aquest.

Guia didàctica per treballar el mòdul després de la visita:

Aquest document està pensant bàsicament pel professorat. El seu objectiu és donar suport per poder continuar treballar els mòduls després de la visita a l'aula amb els alumnes.

En els resultats de l'estudi de les enquestes al professorat, ha sorgit la necessitat de que hi hagués aquest material.

Per tant, cada guia didàctica està formada per dues parts:

- uns continguts més extensos que els de la fitxa, que es divideixen en tres apartats més:
 - els **coneixements previs**,

- les **competències bàsiques que es treballen**, i
 - el **contingut històric**.
- una proposta d'activitats didàctiques, que es divideix en dos apartats més:
 - la **construcció del mòdul original**, i
 - les **activitats complementàries**.

Al final de cada guia també hi ha alguns enllaços per si el professor volgués aprofundir més, l'apartat s'anomena **per saber-ne més**.

A continuació, us mostrem una plantilla de guia didàctica en blanc.



Guia didàctica:

Títol del mòdul

mmaca

Museu
de Matemàtiques
de Catalunya

Fotografies de la presentació del mòdul, juntament amb el seu plafó.

CONEIXEMENTS PREVIS:

COMPETÈNCIES BÀSIQUES QUE ES TREBALLEN:

CONTINGUT HISTÒRIC:

PROPOSTA D'ACTIVITATS DIDÀCTIQUES:

CONSTRUCCIÓ DEL MÒDUL ORIGINAL:

ACTIVITATS COMPLEMENTÀRIES:

PER SABER-NE MÉS:

Anem a explicar en que consisteixen cadascun dels apartats que formen la guia didàctica.

- **Coneixements previs** → bàsicament s'anomenen les definicions claus que puguin ser necessàries o que sorgeixin en l'elaboració del mòdul.
- **Competències bàsiques que es treballen** → s'anomenen en forma de llistat quines de les vuit competències bàsiques es treballen en aquest mòdul. Recordem de quines competències es tracten:
 1. *Competència comunicativa lingüística.*
 2. *Competència artística i cultural.*
 3. *Tractament de la informació i competència digital.*
 4. *Competència matemàtica.*
 5. *Competència d'aprendre a aprendre.*
 6. *Competència d'autonomia i iniciativa personal.*
 7. *Competència en el coneixement i la interacció amb el món físic*
 8. *Competència social i ciutadana*
- **Contingut històric** → explicació breu de la història d'algun dels aspectes que es tracten en el mòdul.
- **Proposta d'activitats didàctiques** → tal com hem dit al començament aquest apartat és divideix en dos blocs, *Construcció del mòdul original* i *Activitats complementàries*. Anem-los a explicar:
 - **Construcció del mòdul original** → consisteix a representar el mòdul original de manera que s'assembli al màxim, és a dir, fer la reconstrucció. La majoria de les guies didàctiques contenen en aquest apartat unes plantilles i el procediment que cal seguir per facilitar el màxim la feina. Així només cal que els professors les imprimeixin. A més a més, apareixen fotografies de la construcció real de la rèplica.
 - **Activitats complementàries** → aquest apartat consisteix en una sèrie d'activitats que serviran per a continuar treballant amb el mòdul original i també amb la construcció feta prèviament. Aquestes activitats, estan pensades perquè l'alumne acabi de treballar el mòdul a l'aula. Algunes de les activitats treballen amb diferents objectes que no són necessàriament els del mòdul, com per exemple: els *cubs multilink*, el *paper vegetal*...
- **Per saber-ne més** → s'anomenen un seguit d'enllaços que permetran al professor ampliar més coneixements referent als aspectes treballats al mòdul.

Totes les fitxes de presentació i les guies didàctiques dels deu mòduls escollits els podem trobar dins ***l'Annex 2: Fitxes de presentació i guies didàctiques dels mòduls.***

6. CONCLUSIONS

Després d'analitzar i elaborar tots els aspectes d'aquest treball he arribat a la conclusió que la feina realitzada ha estat molt enriquidora, m'ha ensenyat aspectes i maneres d'ensenyar les matemàtiques diferents a la idea que jo tenia.

A nivell personal, ha estat una gran experiència. He tingut la oportunitat de veure com treballen els membres del MMACA i el funcionament del museu de Cornellà de Llobregat. La meua opinió envers el MMACA ha estat sorprenent i m'ha meravellat la seva capacitat de reproduir tants conceptes matemàtics en mòduls tan manipulatius.

M'ha divertit molt realitzar les fitxes de presentació i les guies didàctiques dels mòduls escollits. Sobretot en el tema de les reconstruccions dels mòduls originals, per veure quin material utilitzava, com creava les plantilles, quina presentació feia, etc.

El material manipulatiu té una gran importància per tal de poder motivar l'alumnat a les classes. Per això crec que el material realitzat serà de gran ajuda per a futurs visitants del museu. Ja que tindran aquella eina que tan demanaven de tenir al centres educatius.

Espero dintre d'uns anys, poder portar els meus alumnes aquest museu i poder utilitzar el material que hem creat en aquest treball.

Seria interessant que en un futur es poguessin implementar tallers i/o laboratoris de matemàtiques als centres educatius. Per tal de que tots els alumnes tinguessin una altra visió molt més positiva de les matemàtiques.

Tal com deia el Dr. Josep Rey, en la seva memòria *Aprenentatge en un museu de matemàtiques*: "L'experiència de la visita al museu s'ha de poder integrar amb la feina que es fa a classe. (...) El museu pot investigar i proposar materials per a l'escola, divulgar-los, produir-los i distribuir-los". Per tant, crec que ho hem aconseguit.

7. AGRAÏMENTS

Vull agrair tota l'ajuda que m'ha donat l'Associació del Museu de les Matemàtiques de Catalunya (MMACA), molt especialment al Josep Rey, Manel Udina, Pura Fornals i Guido Ramellini, Anton Aubanell, i als monitors de les visites, Silvia i Gabi, per la paciència que han tingut amb mi durant totes les visites que he estat. I també al meu tutor de treballar final de grau, Sergi Muria, per tot aquest temps de treball i esforç.

Moltes gràcies per tot, sou una gran família.

8. REFERÈNCIES

Llibres

- Almodóvar, José A.; Corbalán, Fernando; García, Pilar; Gil, José; Nortes Checa, Andrés. *Sèrie Òrbita, Matemàtiques, adaptació a l'euro. 2n curs primer cicle secundària*. Grup Promotor Santillana (2002).
- Corbalán, Fernando; de la Haza, Cristina; Marqués, Miguel; Nortes, Andrés. *Matemàtiques 3r ESO*. Grup Promotor Santillana (2002).
- De la Haza, Cristina; Marqués, Miguel; Nortes, Andrés. *Matemàtiques 4t ESO*. Grup Promotor Santillana (2003).
- Alsina, Claudi. *Las mil caras de la belleza geométrica. Los poliedros*. El mundo es matemático, RBA Coleccionables (2010).
- Sales, Josep; Banyuls, Francesc. *Curvas peligrosas. Elipses, hipérbolas y otras maravillas geométricas*. El mundo es matemático, RBA Coleccionables (2010-2011).

Pàgines web

- **Museus de Matemàtiques de Catalunya:** <http://www.mmaca.cat/>
- **Momath de Nova York:** <http://momath.org>
- **Imaginary d'Alemanya:** <http://www.imaginary.org>
- **Mathematikum de Giesen (Alemanya):** <http://www.mathmatikum.de>
- **Il Giardino d'Archimede de Florència:**
<http://web.math.unifi.it/archimede/archimede/index.html>
- **Memòria del Dr. Josep Rey Nadal:** <http://www.xtex.cat/web/innovacio/bdlicencies>
- **Recursos materials i activitats experimentals del Dr. Anton Aubanell:**
<http://www.xtec.cat/~aaubanel/>
- **Buscador de definicions bàsiques:** <http://ca.wikipedia.org>
<http://es.wikipedia.org>
<http://mathworld.wolfram.com/>
- **Arc catenari i arc de mig punt:** <http://tecnologies-1eso.wikispaces.com/file/view/UNITAT+DID%C3%80CTICA+ESTRUCTURES+AL+UMNES.pdf>
- **Seccions de les còniques:** <http://apliense.xtec.cat/arc/taxonomy/term/6282>
- **El problema del mercero y la cuadratura del polígono:**
<http://melosumido.blogspot.com.es/2013/05/el-problema-del-mercero-y-la-cuadratura.html>