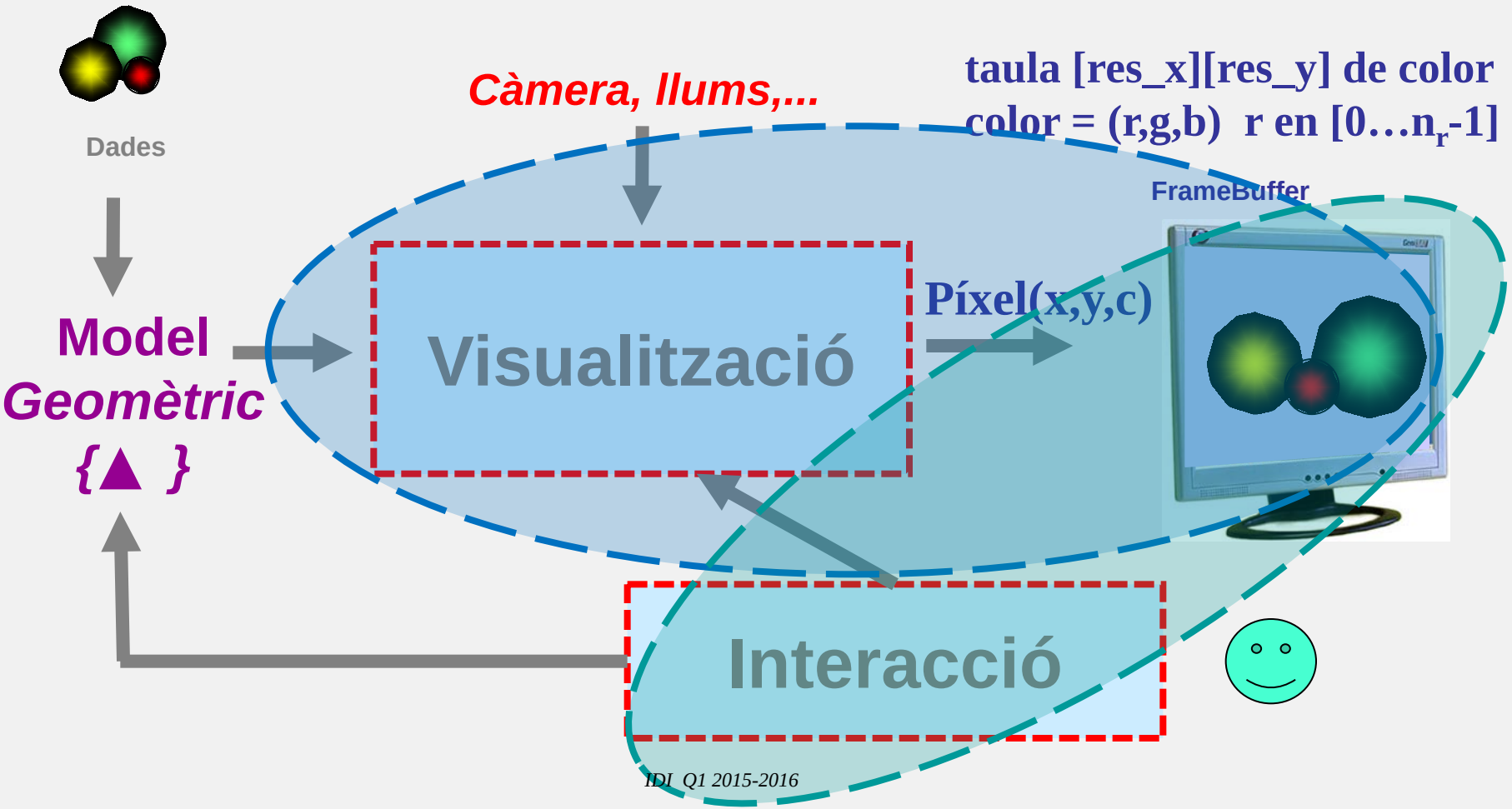
Laboratori OpenGL – Sessió 1

- Introducció
- Llibreria Qt amb OpenGL
- Introducció a OpenGL
  - Què és?
  - Crides per a donar informació del model
  - Pintar
- Exemple complet
  - Fitxer .pro
  - Aplicació Qt en main.cpp
  - Classe MyGLWidget
    - Declaracions: MyGLWidget.h
    - Implementació: MyGLWidget.cpp

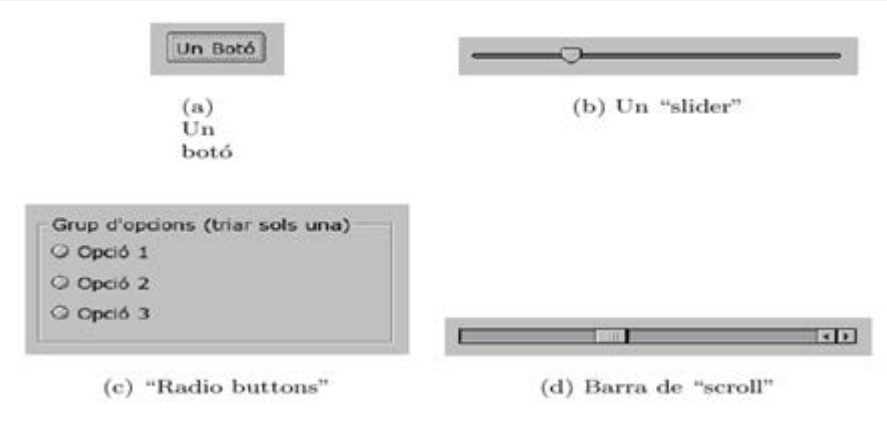
Introducció a OpenGL i Qt

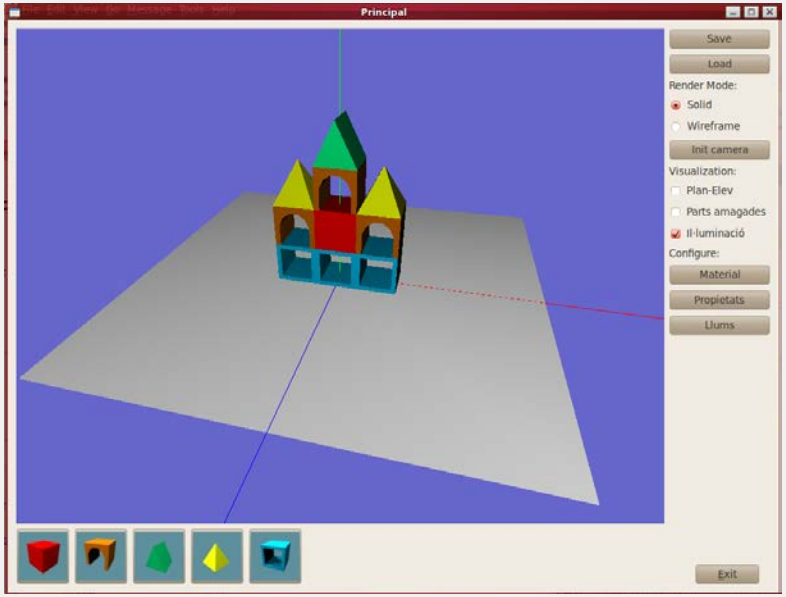
- OpenGL: API per visualització de gràfics 3D.
- Qt: API per a disseny d'interfícies i interacció.



Llibreria Qt

- Una llibreria en C++ per a dissenyar interfícies gràfiques d'usuari (GUI) en diferents plataformes.
- Proporciona diversos components atòmics (widgets) configurables.
- Permet ser usat per aplicacions OpenGL mitjançant la classe virtual QGLWidget.





OpenGL amb Qt

Per usar OpenGL amb Qt cal derivar una classe de QGLWidget.

Mètodes virtuals a implementar:

- *initializeGL* ()
  - Codi d'inicialització d'OpenGL.
  - Qt la cridarà abans de la 1ª crida a *resizeGL.*
- *paintGL* ()
  - Codi per redibuixar l'escena.
  - Qt la cridarà cada cop que calgui el repintat. El swapBuffers() és automatic per defecte.
- *resizeGL* ()
  - Codi per redefinir l'àrea de dibuix (viewport).
  - Qt la cridarà quan es creï la finestra, i cada cop que es canvïi la mida de la finestra.

Compilar amb Qt

- Crear un fitxer .pro que conté la descripció del projecte que estem programant.

- Utilitzar les comandes qmake i make.
  - qmake genera el Makefile a partir del .pro
  - make compila i linca.

Compilar amb Qt

- Crear un fitxer "*helloQT.pro*"

```
TEMPLATE = app
DEPENDPATH += .
INCLUDEPATH += .
#Input
SOURCES += exemple.cpp
```

- Compilem i enllacem

```
qmake
make
```

- Executable anomenat *helloQt* en el directori on estiguem.
- Executar-lo amb:

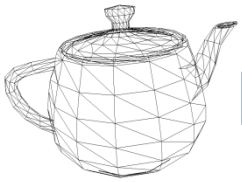
```
./helloQt
```

OpenGL

- API per visualització de gràfics 3D
  - Només visualització 3D
  - Cap funció de gestió d'entrada/events
  - Cap funció de gestió de finestres

- Aspectes bàsics
  - A cada frame es redibuixa tota l'escena.
  - Animació via doble-buffering
  - Màquina d'estats

Paradigma projectiu simplificat/bàsic



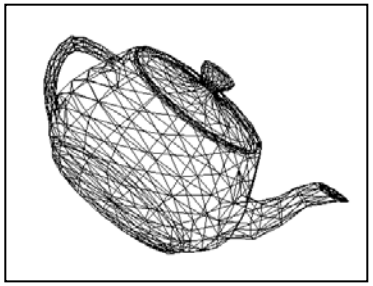
∀ polígon

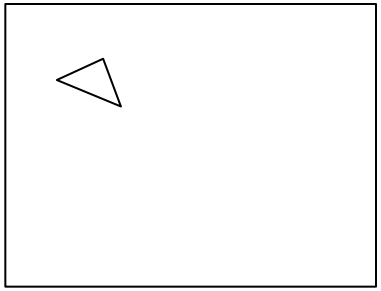
Processament de vèrtexs

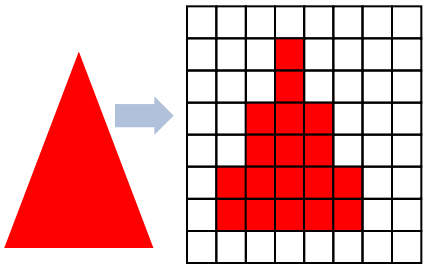
Rasterització

Processament de fragments

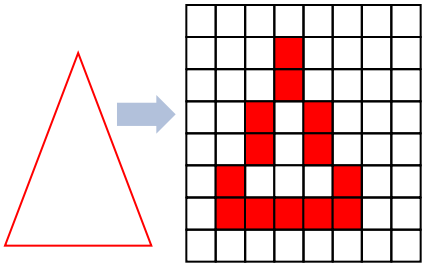
Imatge



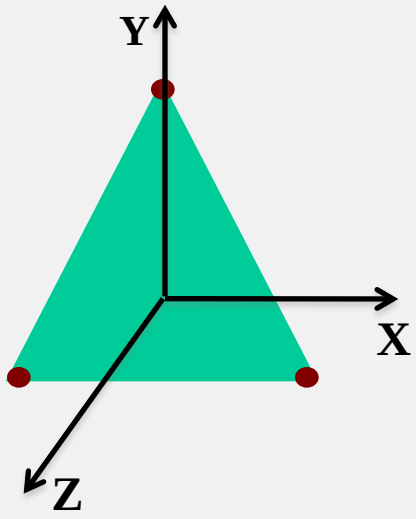




{(xf ,yf, zf, c)}



Informació del model



Possible informació associada a un vèrtex:

- Posició (coordenades)
- Color (rgb/rgba)
- Vector normal (coordenades)
- …

Per a cada model cal generar un Vertex Array Object (VAO).

Les dades dels vèrtexs s'han de passar a la tarja gràfica guardats en Vertex Buffer Object (VBO).

Pintarem els VAOs.

Informació del model

Per a generar un VAO:

void glGenVertexArrays (GLsizei *n*, GLuint **arrays*);

Genera *n* identificadors per a VAOs i els retorna a *arrays*

n : nombre de VAOs a generar

arrays : vector de GLuint on els noms dels VAO generats es retornen

void glBindVertexArray (GLuint *array*);

Activa el VAO identificat per *array*

array : nom del VAO a activar

Informació del model

Per a generar i omplir de dades un VBO:

void glGenBuffers (GLsizei *n*, GLuint **buffers*);

Genera *n* identificadors per a VBOs i els retorna a *buffers*

n : nombre de VBOs a generar

buffers : vector de Gluint on els noms dels VBO generats es retornen

void glBindBuffer (GLenum *target*, GLuint *buffer*);

Activa el VBO identificat per *buffer*

target : tipus de buffer de la GPU que s'usarà (GL_ARRAY_BUFFER, …)

buffer : nom del VBO a activar

void glBufferData (GLenum *target*, GLsizeiptr *size*, const GLvoid **data*, GLenum *usage*);

Envia les dades que es troben en *data* per a què siguin emmagatzemades a la GPU

target : tipus de buffer de la GPU que s'usarà (GL_ARRAY_BUFFER, …)

size : mida en bytes de les dades

data : apuntador a les dades

usage : patró d'ús esperat per a aquestes dades (GL_STATIC_DRAW, GL_DYNAMIC_DRAW, …)

Informació del model

Per a indicar a la GPU l'atribut dels vèrtexs a tenir en compte:

void glVertexAttribPointer (GLuint *index*, GLint *size,* GLenum *type,*
GLboolean *normalized,* GLsizei *stride,* const GLvoid **pointer*);

Indica les característiques de l'atribut del vèrtex identificat per *index*

index : nom de l'atribut

size : nombre de components que composen l'atribut

type : tipus de cada component (GL_FLOAT, GL_INT, …)

normalized : indica si els valors de cada component s'han de normalitzar

stride : offset en bytes entre dos atributs consecutius (normalment 0)

pointer : offset del primer component del primer atribut respecte al buffer (normalment 0)

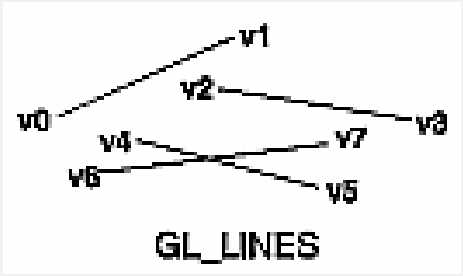
void glEnableVertexAttribArray (GLuint *index*);

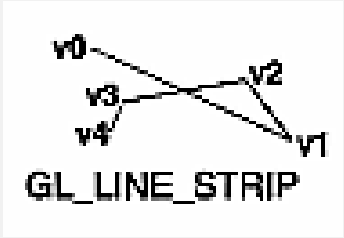
Activa l'atribut del vèrtex identificat per *index*

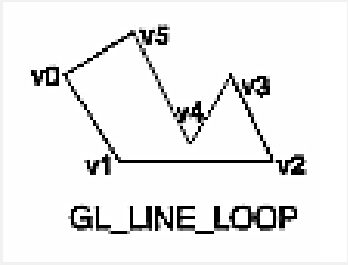
index : nom de l'atribut a activar

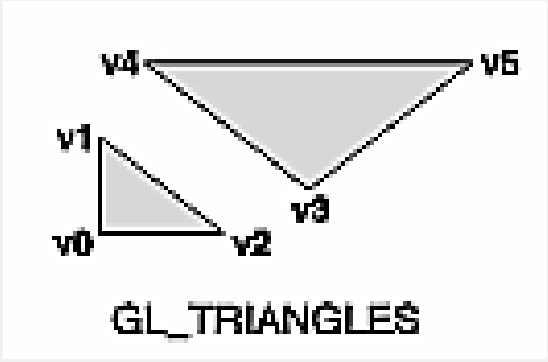
Primitives en OpenGL

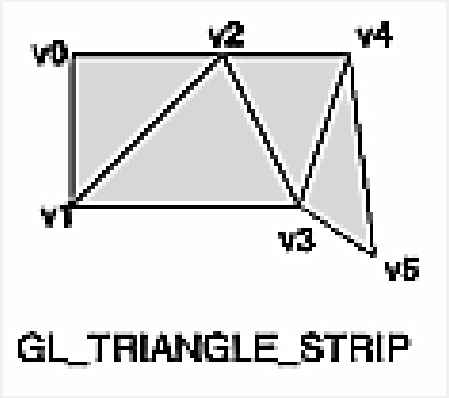
- Totes les primitives s'especifiquen mitjançant vèrtexs:

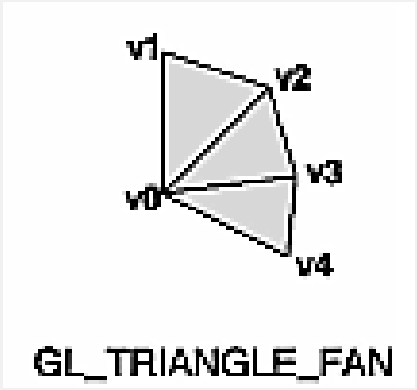












Pintar un VAO

Per a pintar un VAO:

1) Activar el VAO amb glBindVertexArray (GLuint *array*);
2) Pintar el VAO:

   void glDrawArrays (GLenum *mode*, GLint first, GLsizei *count*);

   mode : tipus de primitiva a pintar (GL_TRIANGLES, …)

   first : índex del primer element de l'array

   count : nombre d'elements a tenir en compte de l'array

Exemple complet

- Exemple que teniu a /assig/idi/blocs/bloc-1

Defineix els components de l'aplicació

Bloc1_exemple.pro

Programa principal

main.cpp

Classe que hereta de QGLWidget
Implementa tot el procés de pintat

MyGLWidget.h

MyGLWidget.cpp

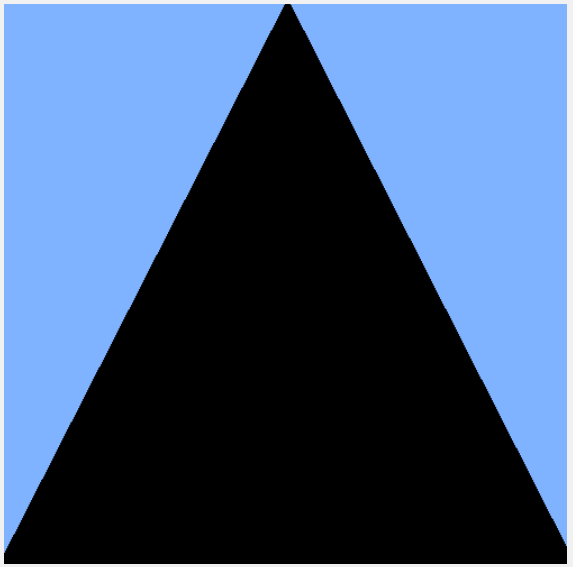
Exemple complet:
Bloc1_exemple.pro

```
TEMPLATE    = app
QT          += opengl

LIBS += -lGLEW
INCLUDEPATH +=  /usr/include/glm

HEADERS += MyGLWidget.h

SOURCES += main.cpp \
        MyGLWidget.cpp
```



Exemple complet:
main.cpp

```
#include <QApplication>
#include "MyGLWidget.h"

int main (int argc, char **argv)
{
  QApplication a(argc, argv);

  QGLFormat format;
  format.setDepthBufferSize (24);
  format.setVersion (3, 3);
  format.setProfile (QGLFormat::CoreProfile);
  QGLFormat::setDefaultFormat (format);
  MyGLWidget mygl (format);
  mygl.resize (800, 800);
  mygl.show ();

  return a.exec ();
}
```

Exemple complet:

main.cpp

```
#include <QApplication>
#include "MyGLWidget.h"

int main (int argc, char **argv)
{
  QApplication a(argc, argv);

  QGLFormat format;
  format.setDepthBufferSize (24);
  format.setVersion (3, 3);
  format.setProfile (QGLFormat::CoreProfile);
  QGLFormat::setDefaultFormat (format);
  MyGLWidget mygl (format);
  mygl.resize (800, 800);
  mygl.show ();

  return a.exec ();
}
```

Exemple complet:

main.cpp

```
#include <QApplication>
#include "MyGLWidget.h"

int main (int argc, char **argv)
{
  QApplication a(argc, argv);

  QGLFormat format;
  format.setDepthBufferSize (24);
  format.setVersion (3, 3);
  format.setProfile (QGLFormat::CoreProfile);
  QGLFormat::setDefaultFormat (format);
  MyGLWidget mygl (format);
  mygl.resize (800, 800);
  mygl.show ();

  return a.exec ();
}
```

Exemple complet:
MyGLWidget.h

```
#include <QGLWidget>
#include "glm/glm.hpp"

class MyGLWidget : public QGLWidget
{
  Q_OBJECT

  public:
    MyGLWidget (QGLFormat &f, QWidget *parent=0);


  protected:
    virtual void initializeGL ();  // Inicialitzacions del contexte gràfic
    virtual void paintGL ();  // Mètode de pintat
    virtual void resizeGL (int width, int height);  // Es crida quan canvia dimensió finestra

  private:
    void createBuffers ();

    GLuint VAO, VBO;
};
```

Exemple complet:
MyGLWidget.h

```
#include <QGLWidget>
#include "glm/glm.hpp"

class MyGLWidget : public QGLWidget
{
  Q_OBJECT

  public:
    MyGLWidget (QGLFormat &f, QWidget *parent=0);

  protected:
    virtual void initializeGL ();  // Inicialitzacions del contexte gràfic
    virtual void paintGL ();  // Mètode de pintat
    virtual void resizeGL (int width, int height);  // Es crida quan canvia dimensió finestra

  private:
    void createBuffers ();

    GLuint VAO, VBO;
};
```

Exemple complet:
MyGLWidget.h

```
#include <QGLWidget>
#include "glm/glm.hpp"

class MyGLWidget : public QGLWidget
{
  Q_OBJECT

  public:
    MyGLWidget (QGLFormat &f, QWidget *parent=0);


  protected:
    virtual void initializeGL ();  // Inicialitzacions del context gràfic
    virtual void paintGL ();  // Mètode de pintat
    virtual void resizeGL (int width, int height);  // Es crida quan canvia dimensió finestra

  private:
    void createBuffers ();

    GLuint VAO, VBO;
};
```

Exemple complet:
MyGLWidget.cpp (1)

```
#include <GL/glew.h>
#include "MyGLWidget.h"

MyGLWidget::MyGLWidget (QGLFormat &f, QWidget* parent) : QGLWidget(f, parent)
{
  setFocusPolicy(Qt::ClickFocus);  // per rebre events de teclat
}

void MyGLWidget::initializeGL ()
{
  // glew és necessari per cridar funcions de les darreres versions d'OpenGL
  glewExperimental = GL_TRUE;
  glewInit();
  glGetError();  // Reinicia la variable d'error d'OpenGL

  glClearColor (0.5, 0.7, 1.0, 1.0); // defineix color de fons (d'esborrat)
  createBuffers();
}
```

Exemple complet:
MyGLWidget.cpp (2)

```
void MyGLWidget::createBuffers ()
{
  glm::vec3 Vertices[3];  // Tres vèrtexs amb X, Y i Z
    Vertices[0] = glm::vec3(-1.0, -1.0, 0.0);
    Vertices[1] = glm::vec3(1.0, -1.0, 0.0);
    Vertices[2] = glm::vec3(0.0, 1.0, 0.0);
  // Creació del Vertex Array Object (VAO) que usarem per pintar
  glGenVertexArrays(1, &VAO);
  glBindVertexArray(VAO);
  // Creació del buffer amb les dades dels vèrtexs
  glGenBuffers(1, &VBO);
  glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, VBO);
  glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, sizeof(Vertices), Vertices, GL_STATIC_DRAW);
  // Activem l'atribut que farem servir per vèrtex (només el 0 en aquest cas)
  glVertexAttribPointer(0, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);
  glEnableVertexAttribArray(0);
  // Desactivem el VAO
  glBindVertexArray(0);
}
```

Exemple complet:
MyGLWidget.cpp (3)

```
void MyGLWidget::paintGL ()
{
  glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT);  // Esborrem el frame-buffer

  // Activem l'Array a pintar
  glBindVertexArray(VAO);
  // Pintem l'escena
  glDrawArrays(GL_TRIANGLES, 0, 3);
  // Desactivem el VAO
  glBindVertexArray(0);
}

void MyGLWidget::resizeGL (int w, int h)
{
  glViewport (0, 0, w, h);  // Definim el viewport per a que ocupi tota la finestra
}
```

Exercicis sessió 1

El que cal que feu en aquesta sessió és:

1) Copieu-vos l'exemple, compileu-lo i proveu-lo.
2) Feu els exercicis que teniu al guió per a aquesta sessió:
    1) Jugueu amb les coordenades dels vèrtexs, tingueu en compte que el món que estem veient és aquell en què x, y, i z pertanyen a [-1, 1].
    2) Fes que pinti un quadrat (usant triangles i triangle-strip).
    3) Fes que pinti una caseta (3 triangles). Es pot fer també amb triangle-strip?
    4) Pinta dos objectes. Cal crear un nou VAO per al segon objecte, així com el VBO corresponent i l'atribut també. A l'hora de pintar cal pintar tots dos objectes.