UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN

COMPUTACION GRAFICA

Practica 7

Alumnos:
Chayña Batallanes Josnick
Perez Rodriguez Angelo Aldo
Pucho Zevallos Kelvin Paul
Vilcapaza Flores Luis Felipe
Sihuinta Perez Luis Armando

Abril 2021

1 Implemente todos los ejemplos del capitulo II, del libro “Computer Graphics Programming in OpenGL with C++” [Gordon and Clevenger(2020)].

1.1 Programa 2.1: Creación de una ventana.

Creacion de un ventana simple mediante la funcion display ,con el color rojo de fondo.

```
#include <GL\glew.h>
#include <GLFW\glfw3.h>
#include <iostream>
using namespace std;
void init(GLFWwindow* window) { }
void display(GLFWwindow* window, double currentTime) {
  glClearColor(1.0, 0.0, 0.0, 1.0);
  glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
}
```

1.2 Capturas

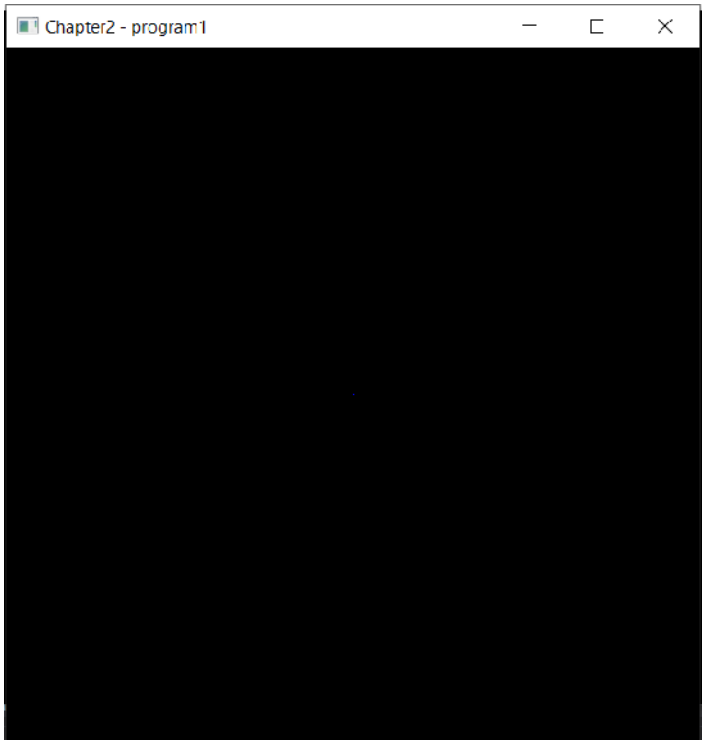
1.3 Programa 2.2: Shaders para la creación de punto (pixel).

Se hace uso de archivos glsl para la creación de shaders ,para este ejemplo el archivo glsl se crea dentro del mismo código aunque esto no es lo recomendable cuando se trabajan con muchos archivos o son muy extensos.

```
1  #pragma once
2  #include <GL/glew.h>
3  #include <GLFW/glfw3.h>
4  #include <iostream>
5
6  #define numVAOs 1
7
8  GLuint renderingProgram;
9  GLuint vao[numVAOs];
10
11 using namespace std;
12
13 //creacion de shaders en el mismo codigo
14 GLuint createShaderProgram() {
15
16     const char* vshaderSource =
17         "#version 430 \n"
18         "void main(void) \n"
19
20         "{gl_Position = vec4(0.0, 0.0, 0.0, 1.0);}";
21     const char* fshaderSource =
22         "#version 430 \n"
23         "out vec4 color; \n"
24         "void main(void) \n"
25         "{color = vec4(0.0, 0.0, 1.0, 1.0);}";
26
27     GLuint vShader = glCreateShader(GL_VERTEX_SHADER);
28     GLuint fShader = glCreateShader(GL_FRAGMENT_SHADER);
29
30     glShaderSource(vShader, 1, &vshaderSource, nullptr);
31     glShaderSource(fShader, 1, &fshaderSource, nullptr);
32
33     glCompileShader(vShader);
34     glCompileShader(fShader);
35
36     GLuint vfProgram = glCreateProgram();
37
38     glAttachShader(vfProgram, vShader);
39     glAttachShader(vfProgram, fShader);
40
41     glLinkProgram(vfProgram);
42
43     return vfProgram;
44 }
45 void init(GLFWwindow* window) {
46     renderingProgram = createShaderProgram();
47
48
49     glGenVertexArrays(numVAOs, vao);
50     glBindVertexArray(vao[0]);
51 }
```

```
52 void display(GLFWwindow* window, double currentTime) {
53
54     glUseProgram(renderingProgram);
55
56     //glPointSize(10.0f); //aumentar el tama[U+FFFD]o del pixel
57
58     glDrawArrays(GL_POINTS, 0, 1);
59 }
```

1.4 Capturas



1.5 Programa 2.3: Obtención de GLSL errores

En esta parte solo se nos indica que la GPU compila el programa y no la CPU por lo tanto a veces pueden haber errores en la compilación pero no nos va indicar la terminal por lo cual se le debe agregar funciones que nos indiquen si hay error:

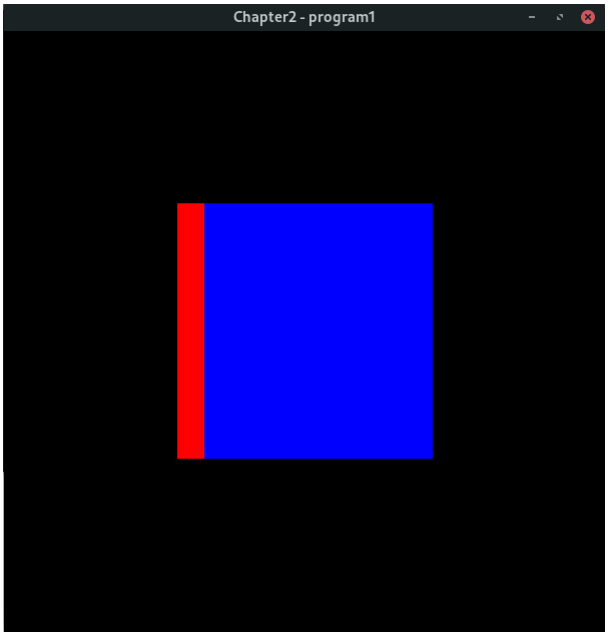
- **printShaderLog:** Muestra el contenido del registro de OpenGL cuando falla la compilación de GLSL y esto se va ver gracias a la variable fragCompiled y analizando la variable fShared
- **printProgramLog:** Muestra el contenido del registro de OpenGL cuando falla el enlace GLSL , esto se ve gracias a la variable linked y gracias al analisis de la variable vfProgram
- **checkOpenGLError:** Comprueba el indicador de error de OpenGL para detectar la aparición de un error de OpenGL

```
1  #include <glad/glad.h>
2  #include <glfw/glfw3.h>
3
4  #include <iostream>
5
6  using namespace std;
7
8
9  #define numVAOs 1
10 GLuint renderingProgram;
11 GLuint vao[numVAOs];
12
13 // functions to catch errors in GLSL
14
15 void printShaderLog(GLuint shader) {
16   int len = 0;
17   int chWrittn = 0;
18   char *log;
19   glGetShaderiv(shader, GL_INFO_LOG_LENGTH, &len);
20   if (len > 0) {
21       log = (char *)malloc(len);
22       glGetShaderInfoLog(shader, len, &chWrittn, log);
23       cout << "Shader Info Log: " << log << endl;
24       free(log);
25   }
26 }
27 void printProgramLog(int prog) {
28   int len = 0;
29   int chWrittn = 0;
30   char *log;
31   glGetProgramiv(prog, GL_INFO_LOG_LENGTH, &len);
32   if (len > 0) {
33       log = (char *)malloc(len);
34       glGetProgramInfoLog(prog, len, &chWrittn, log);
35       cout << "Program Info Log: " << log << endl;
36       free(log);
37   }
38 }
```

```
39 bool checkOpenGLError() {
40   bool foundError = false;
41   int glErr = glGetError();
42   while (glErr != GL_NO_ERROR) {
43       cout << "glError: " << glErr << endl;
44       foundError = true;
45       glErr = glGetError();
46   }
47   return foundError;
48 }
49
50
51 GLuint createShaderProgram() {
52   GLint vertCompiled;
53   GLint fragCompiled;
54   GLint linked;
55
56   const char *vshaderSource =
57       "#version 430 \n"
58       "void main(void) \n"
59       "{ gl_Position = vec4(0.0, 0.0, 0.0, 1.0); }";
60   // creamos un vertice, no especificamos salida, porque
        gl_position es por defecto de salida
61   const char *fshaderSource =
62       "#version 430 \n"
63       "out vec4 color; \n"
64       "void main(void) \n"
65       "{ if (gl_FragCoord.x < 200) color = vec4(1.0, 0.0, 0.0, 1.0)
           ; else color = vec4(0.0, 0.0, 1.0, 1.0); }";
66   //especificamos el color de los pixeles
67
68   GLuint vShader = glCreateShader(GL_VERTEX_SHADER);
69   GLuint fShader = glCreateShader(GL_FRAGMENT_SHADER);
70
71   glShaderSource(vShader, 1, &vshaderSource, NULL);
72   glShaderSource(fShader, 1, &fshaderSource, NULL);
73
74   glCompileShader(vShader);
75   checkOpenGLError();
76   glGetShaderiv(vShader, GL_COMPILE_STATUS, &vertCompiled);
77   if (vertCompiled != 1) {
78       cout << "vertex compilation failed" << endl;
79       printShaderLog(vShader);
80   }
81
82   glCompileShader(fShader);
83   checkOpenGLError();
84   glGetShaderiv(fShader, GL_COMPILE_STATUS, &fragCompiled);
85   if (fragCompiled != 1) {
86       cout << "fragment compilation failed" << endl;
87       printShaderLog(fShader);
88   }
89
90
91   GLuint vfProgram = glCreateProgram();
92   glAttachShader(vfProgram, vShader);
```

```
93    glAttachShader(vfProgram, fShader);
94
95    glLinkProgram(vfProgram);
96    checkOpenGLError();
97    glGetProgramiv(vfProgram, GL_LINK_STATUS, &linked);
98    if (linked != 1) {
99        cout << "linking failed" << endl;
100       printProgramLog(vfProgram);
101   }
102
103   return vfProgram;
104 }
105
106 void init(GLFWwindow* window) {
107   renderingProgram = createShaderProgram();
108   glGenVertexArrays(numVAOs, vao);
109   glBindVertexArray(vao[0]);
110 }
111
112 void display(GLFWwindow* window, double currentTime) {
113   glUseProgram(renderingProgram);
114   glPointSize(400.0f); // un vertice es un pixel, con esto
        especificamos el tamaño[U+FFFD] del pixel
115   //glPolygonMode(GL_FRONT_AND_BACK, GL_LINE); //wire frame
116   glPolygonMode(GL_FRONT_AND_BACK, GL_FILL); // noraml
117   glDrawArrays(GL_POINTS, 0, 1);
118
119 }
120
121 int main(void) {
122   if (!glfwInit()) { exit(EXIT_FAILURE); }
123   glfwWindowHint(GLFW_CONTEXT_VERSION_MAJOR, 4);
124   glfwWindowHint(GLFW_CONTEXT_VERSION_MINOR, 3);
125
126   GLFWwindow* window = glfwCreateWindow(600, 600, "Chapter2 -
        program1", NULL, NULL);
127   glfwMakeContextCurrent(window);
128
129   //if (glewInit() != GLEW_OK) { exit(EXIT_FAILURE); }
130   if (!gladLoadGLLoader((GLADloadproc)glfwGetProcAddress)){ exit(
        EXIT_FAILURE); }
131
132   glfwSwapInterval(1);
133   init(window);
134   while (!glfwWindowShouldClose(window)) {
135       display(window, glfwGetTime());
136       glfwSwapBuffers(window);
137       glfwPollEvents();
138   }
139
140   glfwDestroyWindow(window);
141   glfwTerminate();
142
143   exit(EXIT_SUCCESS);
144
145 }
```

1.6 Capturas



1.7 Programa 2.4: Lectura de los shaders desde un archivo.

Bueno el objetivo del ejercicio 2.4 es reducir toda la parte de strings llamando archivos .gsls para no escribir tanto por lo cual se crea la variable readShaderSource() lo cual va leer el archivo .gsls luego estos van a ser leidos en nuestros caso por vertShaderStr y fragShaderStr estos van a tener toda la información del archivo .gsls y si corremos es lo mismo que el ejercicio pasado

```
1   #include <glad/glad.h>
2  #include <glfw/glfw3.h>
3
4  #include <iostream>
5  #include <fstream>
6  #include <unistd.h>
7  #include <cstring>
8  using namespace std;
9
10 char* vertShaderPath = "/home/angelo/Escritorio/opengl/src/04
       _shader_file/vertShader.glsl";
11 char* fragShaderPath = "/home/angelo/Escritorio/opengl/src/04
       _shader_file/fragShader.glsl";
12 #define numVAOs 1
13 GLuint renderingProgram;
14 GLuint vao[numVAOs];
15
16 string readShaderSource(const char *filePath) {
17   string content;
18   ifstream fileStream(filePath, ios::in);
19   string line = "";
20   while (!fileStream.eof()) {
21       getline(fileStream, line);
22       content.append(line + "\n");
23   }
24   fileStream.close();
25   return content;
26 }
27
28 // functions to catch errors in GLSL
29
30 void printShaderLog(GLuint shader) {
31   int len = 0;
32   int chWrittn = 0;
33   char *log;
34   glGetShaderiv(shader, GL_INFO_LOG_LENGTH, &len);
35   if (len > 0) {
36       log = (char *)malloc(len);
37       glGetShaderInfoLog(shader, len, &chWrittn, log);
38       cout << "Shader Info Log: " << log << endl;
39       free(log);
40   }
41 }
42 void printProgramLog(int prog) {
43   int len = 0;
44   int chWrittn = 0;
45   char *log;
46   glGetProgramiv(prog, GL_INFO_LOG_LENGTH, &len);
```

```
47    if (len > 0) {
48        log = (char *)malloc(len);
49        glGetProgramInfoLog(prog, len, &chWrittn, log);
50        cout << "Program Info Log: " << log << endl;
51        free(log);
52    }
53  }
54  bool checkOpenGLError() {
55    bool foundError = false;
56    int glErr = glGetError();
57    while (glErr != GL_NO_ERROR) {
58        cout << "glError: " << glErr << endl;
59        foundError = true;
60        glErr = glGetError();
61    }
62    return foundError;
63  }
64
65  GLuint createShaderProgram() {
66    GLint vertCompiled;
67    GLint fragCompiled;
68    GLint linked;
69
70    GLuint vShader = glCreateShader(GL_VERTEX_SHADER);
71    GLuint fShader = glCreateShader(GL_FRAGMENT_SHADER);
72
73    // read shaders from files
74    string vertShaderStr = readShaderSource(vertShaderPath);
75    string fragShaderStr = readShaderSource(fragShaderPath);
76    const char *vertShaderSrc = vertShaderStr.c_str();
77    const char *fragShaderSrc = fragShaderStr.c_str();
78    glShaderSource(vShader, 1, &vertShaderSrc, NULL);
79    glShaderSource(fShader, 1, &fragShaderSrc, NULL);
80
81    glCompileShader(vShader);
82    checkOpenGLError();
83    glGetShaderiv(vShader, GL_COMPILE_STATUS, &vertCompiled);
84    if (vertCompiled != 1) {
85        cout << "vertex compilation failed" << endl;
86        printShaderLog(vShader);
87    }
88
89    glCompileShader(fShader);
90    checkOpenGLError();
91    glGetShaderiv(fShader, GL_COMPILE_STATUS, &fragCompiled);
92    if (fragCompiled != 1) {
93        cout << "fragment compilation failed" << endl;
94        printShaderLog(fShader);
95    }
96
97
98    GLuint vfProgram = glCreateProgram();
99    glAttachShader(vfProgram, vShader);
100   glAttachShader(vfProgram, fShader);
101
102   glLinkProgram(vfProgram);
```

```
103   checkOpenGLError();
104   glGetProgramiv(vfProgram, GL_LINK_STATUS, &linked);
105   if (linked != 1) {
106       cout << "linking failed" << endl;
107       printProgramLog(vfProgram);
108   }
109
110   return vfProgram;
111 }
112
113 void init(GLFWwindow* window) {
114   renderingProgram = createShaderProgram();
115   glGenVertexArrays(numVAOs, vao);
116   glBindVertexArray(vao[0]);
117 }
118
119 void display(GLFWwindow* window, double currentTime) {
120   glUseProgram(renderingProgram);
121   glPointSize(400.0f); // un vertice es un pixel, con esto
        especificamos el tamaño[U+FFFD] del pixel
122   //glPolygonMode(GL_FRONT_AND_BACK, GL_LINE); //wire frame
123   glPolygonMode(GL_FRONT_AND_BACK, GL_FILL); // noraml
124   glDrawArrays(GL_POINTS, 0, 1);
125
126 }
127
128 int main(void) {
129   if (!glfwInit()) { exit(EXIT_FAILURE); }
130   glfwWindowHint(GLFW_CONTEXT_VERSION_MAJOR, 4);
131   glfwWindowHint(GLFW_CONTEXT_VERSION_MINOR, 3);
132
133   GLFWwindow* window = glfwCreateWindow(600, 600, "Chapter2 -
        program1", NULL, NULL);
134   glfwMakeContextCurrent(window);
135
136   //if (glewInit() != GLEW_OK) { exit(EXIT_FAILURE); }
137   if (!gladLoadGLLoader((GLADloadproc)glfwGetProcAddress)){ exit(
        EXIT_FAILURE); }
138
139   glfwSwapInterval(1);
140   init(window);
141   while (!glfwWindowShouldClose(window)) {
142       display(window, glfwGetTime());
143       glfwSwapBuffers(window);
144       glfwPollEvents();
145   }
146
147   glfwDestroyWindow(window);
148   glfwTerminate();
149   exit(EXIT_SUCCESS);
150
151 }
```

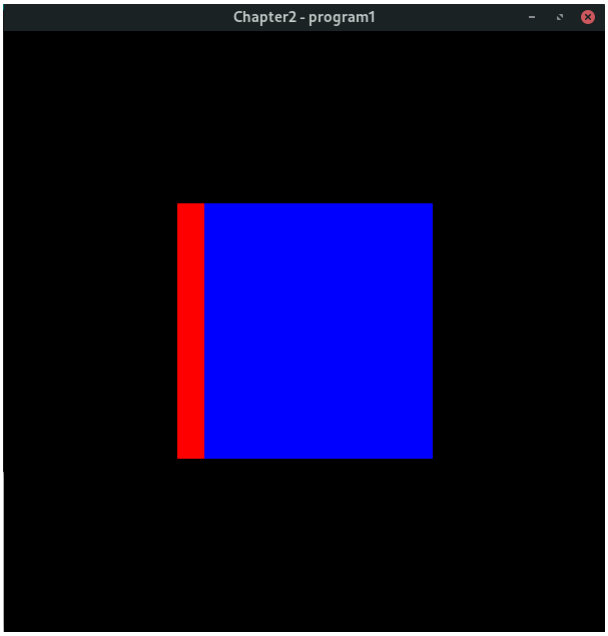
1.8 Vertex Shader

```
#version 430
void main(void){
    gl_Position = vec4(0.0, 0.0, 0.0, 1.0);
}
```

1.9 Fragment Shader

```
    #version 430

out vec4 color;
void main(void){
    if (gl_FragCoord.x < 200)
        color = vec4(1.0, 0.0, 0.0, 1.0);
    else
        color = vec4(0.0, 0.0, 1.0, 1.0);
}
```

1.10 Capturas



1.11 Programa 2.5: Un triangulo

```
1  #include <GL/glew.h>
2  #include <GLFW/glfw3.h>
3  #include <string>
4  #include <iostream>
5  #include <fstream>
6
7  #define numVAOs 1
8
9  GLuint renderingProgram;
10 GLuint vao[numVAOs];
11
12 using namespace std;
13
14 void printShaderLog(GLuint shader) {
15     int len = 0;
16     int chWrittn = 0;
17     char* log;
18     glGetShaderiv(shader, GL_INFO_LOG_LENGTH, &len);
19     if (len > 0) {
20         log = (char*)malloc(len);
21         glGetShaderInfoLog(shader, len, &chWrittn, log);
22         cout << "Shader Info Log: " << log << endl;
23         free(log);
24     }
25 }
26
27 void printProgramLog(int prog) {
28     int len = 0;
29     int chWrittn = 0;
30     char* log;
31     glGetProgramiv(prog, GL_INFO_LOG_LENGTH, &len);
32     if (len > 0) {
33         log = (char*)malloc(len);
34         glGetProgramInfoLog(prog, len, &chWrittn, log);
35         cout << "Program Info Log: " << log << endl;
36         free(log);
37     }
38 }
39
40 bool checkOpenGLError() {
41     bool foundError = false;
42     int glErr = glGetError();
43     while (glErr != GL_NO_ERROR) {
44         cout << "glError: " << glErr << endl;
45         foundError = true;
46         glErr = glGetError();
47     }
48     return foundError;
49 }
50
51 string readShaderSource(const char* filePath) {
52     string content = "";
53     ifstream fileStream(filePath, ios::in);
54
```

```
55      string line = "";
56      while (!fileStream.eof()) {
57          getline(fileStream, line);
58          content.append(line + "\n");
59      }
60      fileStream.close();
61      return content;
62  }
63
64  GLuint createShaderProgram() {
65      GLint vertCompiled;
66      GLint fragCompiled;
67      GLint linked;
68
69      /**
70      Dado que escribir archivos glsl en el mismo codigo es
            ineficiente cuando estos son grandes
71      se pueden llamar estos archivos con extension glsl desde fuera
            especificando la ruta
72      **/
73      string vertShaderStr = readShaderSource("/Users/estilos/source/
            repos/Grafica_opengl/glsl/vertexShader.glsl");
74      string fragShaderStr = readShaderSource("/Users/estilos/source/
            repos/Grafica_opengl/glsl/fragShader.glsl");
75
76      const char* vertShaderSrc = vertShaderStr.c_str();
77      const char* fragShaderSrc = fragShaderStr.c_str();
78
79      GLuint vShader = glCreateShader(GL_VERTEX_SHADER);
80      GLuint fShader = glCreateShader(GL_FRAGMENT_SHADER);
81
82      glShaderSource(vShader, 1, &vertShaderSrc, nullptr);
83      glShaderSource(fShader, 1, &fragShaderSrc, nullptr);
84
85      glCompileShader(vShader);
86      checkOpenGLError();
87      glGetShaderiv(vShader, GL_COMPILE_STATUS, &vertCompiled);
88      if (vertCompiled != 1) {
89          cout << "vertex compilation failed" << endl;
90          printShaderLog(vShader);
91      }
92
93      glCompileShader(fShader);
94      checkOpenGLError();
95      glGetShaderiv(fShader, GL_COMPILE_STATUS, &fragCompiled);
96      if (fragCompiled != 1) {
97          cout << "fragment compilation failed" << endl;
98          printShaderLog(fShader);
99      }
100
101     GLuint vfProgram = glCreateProgram();
102     glAttachShader(vfProgram, vShader);
103     glAttachShader(vfProgram, fShader);
104
105     glLinkProgram(vfProgram);
106     checkOpenGLError();
```

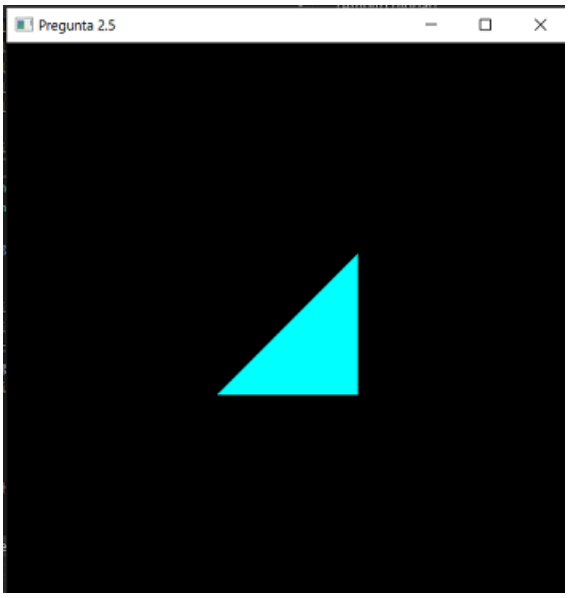
```
107     glGetProgramiv(vfProgram, GL_LINK_STATUS, &linked);
108     if (linked != 1) {
109         cout << "linking failed" << endl;
110         printProgramLog(vfProgram);
111     }
112 
113     return vfProgram;
114 }
115 
116 
117 void init(GLFWwindow* window) {
118     renderingProgram = createShaderProgram();
119     glGenVertexArrays(numVAOs, vao);
120     glBindVertexArray(vao[0]);
121 }
122 
123 void display(GLFWwindow* window, double currentTime) {
124     glUseProgram(renderingProgram);
125     glPointSize(30.0f);
126 
127     //Dibujar el triangulo
128     glDrawArrays(GL_TRIANGLES, 0, 3);
129 }
130 
131 int main(void) {
132     if (!glfwInit()) { exit(EXIT_FAILURE); }
133     glfwWindowHint(GLFW_CONTEXT_VERSION_MAJOR, 4);
134     glfwWindowHint(GLFW_CONTEXT_VERSION_MINOR, 1);
135 
136     GLFWwindow* window = glfwCreateWindow(600, 600, "Pregunta 2.5",
            nullptr, nullptr);
137     glfwMakeContextCurrent(window);
138     if (glewInit() != GLEW_OK) { exit(EXIT_FAILURE); }
139     glfwSwapInterval(1);
140 
141     init(window);
142 
143     while (!glfwWindowShouldClose(window)) {
144         display(window, glfwGetTime());
145         glfwSwapBuffers(window);
146         glfwPollEvents();
147     }
148 
149     glfwDestroyWindow(window);
150     glfwTerminate();
151     exit(EXIT_SUCCESS);
152 }
```

1.12 Vertex Shader

```
1  #version 430
2 void main(void)
3 {
4     if (gl_VertexID == 0) gl_Position = vec4(0.25, -0.25, 0.0, 1.0)
          ;
5     else if (gl_VertexID == 1) gl_Position = vec4(-0.25, -0.25,
          0.0, 1.0);
6     else gl_Position = vec4(0.25, 0.25, 0.0, 1.0);
7 }
```

1.13 Fragment Shader

```
1  #version 430
2 out vec4 color;
3 void main(void)
4 {color = vec4(0.0, 1.0, 1.0, 1.0);}
```



1.14 Programa 2.6: Una animación simple

Para realizar la animación se hace configura el display para que cada vez que se llama los valores de x cambien mediante un offset

```
#include <GL/glew.h>
#include <GLFW/glfw3.h>
#include <string>
#include <iostream>
#include <fstream>

#define numVAOs 1

GLuint renderingProgram;
GLuint vao[numVAOs];

float x = 0.0f;
float inc = 0.01f;

using namespace std;

void printShaderLog(GLuint shader) {
    int len = 0;
    int chWrittn = 0;
    char* log;
    glGetShaderiv(shader, GL_INFO_LOG_LENGTH, &len);
    if (len > 0) {
        log = (char*)malloc(len);
        glGetShaderInfoLog(shader, len, &chWrittn, log);
        cout << "Shader Info Log: " << log << endl;
        free(log);
    }
}

void printProgramLog(int prog) {
    int len = 0;
    int chWrittn = 0;
    char* log;
    glGetProgramiv(prog, GL_INFO_LOG_LENGTH, &len);
    if (len > 0) {
        log = (char*)malloc(len);
        glGetProgramInfoLog(prog, len, &chWrittn, log);
        cout << "Program Info Log: " << log << endl;
        free(log);
    }
}

bool checkOpenGLError() {
    bool foundError = false;
    int glErr = glGetError();
    while (glErr != GL_NO_ERROR) {
        cout << "glError: " << glErr << endl;
        foundError = true;
        glErr = glGetError();
    }
    return foundError;
}
```

```
53
54 string readShaderSource(const char* filePath) {
55     string content = "";
56     ifstream fileStream(filePath, ios::in);
57     string line = "";
58     while (!fileStream.eof()) {
59         getline(fileStream, line);
60         content.append(line + "\n");
61     }
62     fileStream.close();
63     return content;
64 }
65
66 GLuint createShaderProgram() {
67     GLint vertCompiled;
68     GLint fragCompiled;
69     GLint linked;
70
71     //direccion de los archivos glsl
72     string vertShaderStr = readShaderSource("/Users/estilos/source/
          repos/Grafica_opengl/glsl/vertexShader.glsl");
73     string fragShaderStr = readShaderSource("/Users/estilos/source/
          repos/Grafica_opengl/glsl/fragShader.glsl");
74
75     const char* vertShaderSrc = vertShaderStr.c_str();
76     const char* fragShaderSrc = fragShaderStr.c_str();
77
78     GLuint vShader = glCreateShader(GL_VERTEX_SHADER);
79     GLuint fShader = glCreateShader(GL_FRAGMENT_SHADER);
80
81     glShaderSource(vShader, 1, &vertShaderSrc, nullptr);
82     glShaderSource(fShader, 1, &fragShaderSrc, nullptr);
83
84     glCompileShader(vShader);
85     checkOpenGLError();
86     glGetShaderiv(vShader, GL_COMPILE_STATUS, &vertCompiled);
87     if (vertCompiled != 1) {
88         cout << "vertex compilation failed" << endl;
89         printShaderLog(vShader);
90     }
91
92     glCompileShader(fShader);
93     checkOpenGLError();
94     glGetShaderiv(fShader, GL_COMPILE_STATUS, &fragCompiled);
95     if (fragCompiled != 1) {
96         cout << "fragment compilation failed" << endl;
97         printShaderLog(fShader);
98     }
99
100    GLuint vfProgram = glCreateProgram();
101    glAttachShader(vfProgram, vShader);
102    glAttachShader(vfProgram, fShader);
103
104    glLinkProgram(vfProgram);
105    checkOpenGLError();
106    glGetProgramiv(vfProgram, GL_LINK_STATUS, &linked);
```

```
107     if (linked != 1) {
108         cout << "linking failed" << endl;
109         printProgramLog(vfProgram);
110     }
111 
112     return vfProgram;
113 }
114 
115 
116 void init(GLFWwindow* window) {
117     renderingProgram = createShaderProgram();
118     glGenVertexArrays(numVAOs, vao);
119     glBindVertexArray(vao[0]);
120 }
121 
122 //limpia el display y altera la pos de x
123 void display(GLFWwindow* window, double currentTime) {
124 
125     glClear(GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
126     glClearColor(0.0, 0.0, 0.0, 1.0);
127     glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
128 
129     glUseProgram(renderingProgram);
130 
131 //mover en x
132     x += inc;
133 //cambia la dirrecion
134     if (x > 1.0f) inc = -0.01f;
135 //cambi la direccion otra vez
136     if (x < -1.0f) inc = 0.01f;
137 
138 
139     GLuint offsetLoc = glGetUniformLocation(renderingProgram, "
        offset");
140 
141     glProgramUniform1f(renderingProgram, offsetLoc, x);
142 
143     glDrawArrays(GL_TRIANGLES, 0, 3);
144 }
```

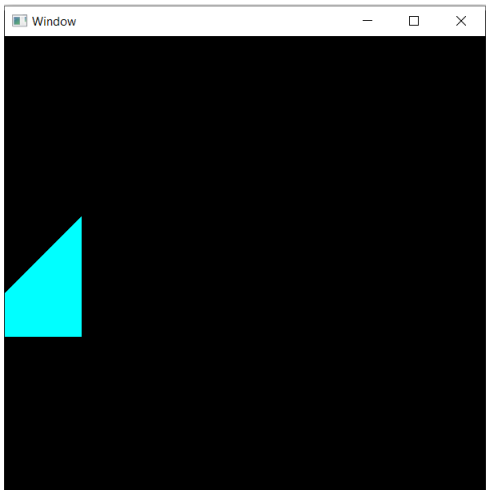
1.15 Vertex Shader

```
#version 430
void main(void)
{ if (gl_VertexID == 0) gl_Position = vec4( 0.25, -0.25, 0.0, 1.0);
    else if (gl_VertexID == 1) gl_Position = vec4(-0.25, -0.25,
       0.0, 1.0);
    else gl_Position = vec4( 0.25, 0.25, 0.0, 1.0);
}
```

1.16 Fragment Shader

```
 #version 430
out vec4 color;
void main(void)
{color = vec4(0.0, 1.0, 1.0, 1.0);}
```

1.17 Capturas



2 Modifique el programa 2.2, para agregar una animación donde el punto crezca y se encoja (puede utilizar glPointSize()).

2.1 Solucion

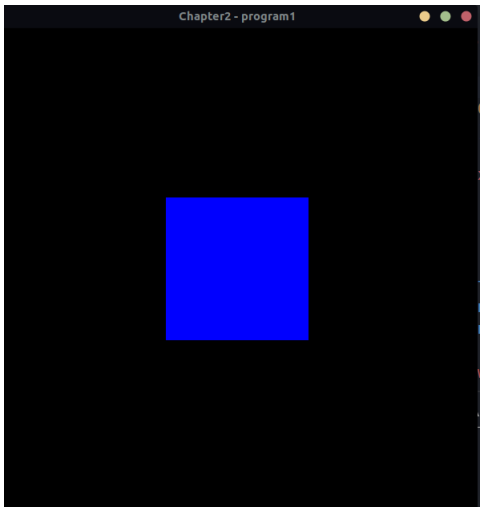
Se utilizo la misma logica que el libro utilizo cuando transporto el triangulo en el Programa 2.6, Se declaro variable de tipo float para utilizar como incremento y decremento del vertice para asi en cada reiteracion el parametro de la funcion glPointSize(x) la variable x que representa el tamaño alterado es establecido. Entonces cuando el rasterizador recibe el vértice del vertex shader, establecerá valores de color de píxeles

```
#include <glad/glad.h>
#include <glfw/glfw3.h>
#include <iostream>

using namespace std;
#define numVAOs 1
GLuint renderingProgram;
GLuint vao[numVAOs];

float x = 0.0f;
float inc = 0.01f;

GLuint createShaderProgram() {
  const char *vshaderSource =
      "#version 430 \n" // version 4.3 glsl es parecido a c++
      "void main(void) \n"
      "{ gl_Position = vec4(0.0, 0.0, 0.0, 1.0); }";
  const char *fshaderSource =
      "#version 430 \n"
      "out vec4 color; \n"// out indica que el variable color es una salida
      "void main(void) \n"
      "{ color = vec4(0.0, 0.0, 1.0, 1.0); }";

  GLuint vShader = glCreateShader(GL_VERTEX_SHADER); //generando shader for vertex  vacios
  GLuint fShader = glCreateShader(GL_FRAGMENT_SHADER);//generando shader for fragment vacios


  glShaderSource(vShader, 1, &vshaderSource, NULL);
  glShaderSource(fShader, 1, &fshaderSource, NULL);

  glCompileShader(vShader);
  glCompileShader(fShader);
  GLuint vfProgram = glCreateProgram();

  glAttachShader(vfProgram, vShader);
  glAttachShader(vfProgram, fShader);
  glLinkProgram(vfProgram);
  return vfProgram;
}
```

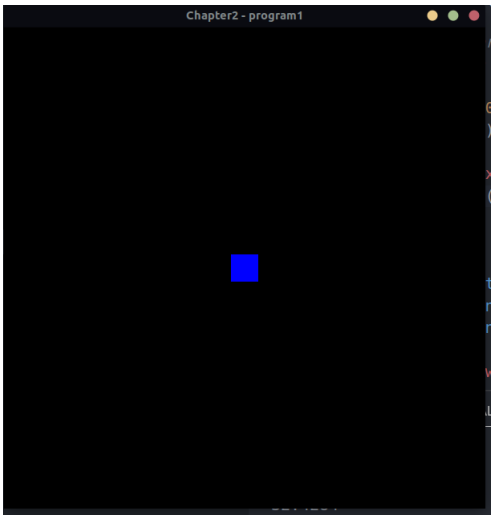
```
40
41 void init(GLFWwindow* window) {
42   renderingProgram = createShaderProgram();
43   glGenVertexArrays(numVAOs, vao);
44   glBindVertexArray(vao[0]);
45 }
46
47 void display(GLFWwindow* window, double currentTime) {
48   glClear(GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
49   glClearColor(0.0, 0.0, 0.0, 1.0);
50   glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
51   glUseProgram(renderingProgram);
52
53   x += inc;
54   if (x > 100.0f) inc = -0.08f;
55   if (x < 0.0f) inc = 0.08f;
56   cout << x << endl;
57   glPointSize(x);
58   glDrawArrays(GL_POINTS, 0, 1);
59
60 }
61 int main(void) {
62   if (!glfwInit()) { exit(EXIT_FAILURE); }
63   glfwWindowHint(GLFW_CONTEXT_VERSION_MAJOR, 4);
64   glfwWindowHint(GLFW_CONTEXT_VERSION_MINOR, 3);
65
66   GLFWwindow* window = glfwCreateWindow(600, 600, "Chapter2 -
       program1", NULL, NULL);
67   glfwMakeContextCurrent(window);
68
69   if (!gladLoadGLLoader((GLADloadproc)glfwGetProcAddress)){ exit(
       EXIT_FAILURE); }
70
71   glfwSwapInterval(1);
72   init(window);
73   while (!glfwWindowShouldClose(window)) {
74       display(window, glfwGetTime());
75       glfwSwapBuffers(window);
76       glfwPollEvents();
77   }
78   glfwDestroyWindow(window);
79   glfwTerminate();
80   exit(EXIT_SUCCESS);
81
82 }
```

2.2 Capturas

- Vertice incrementado



- Vertice decrementado

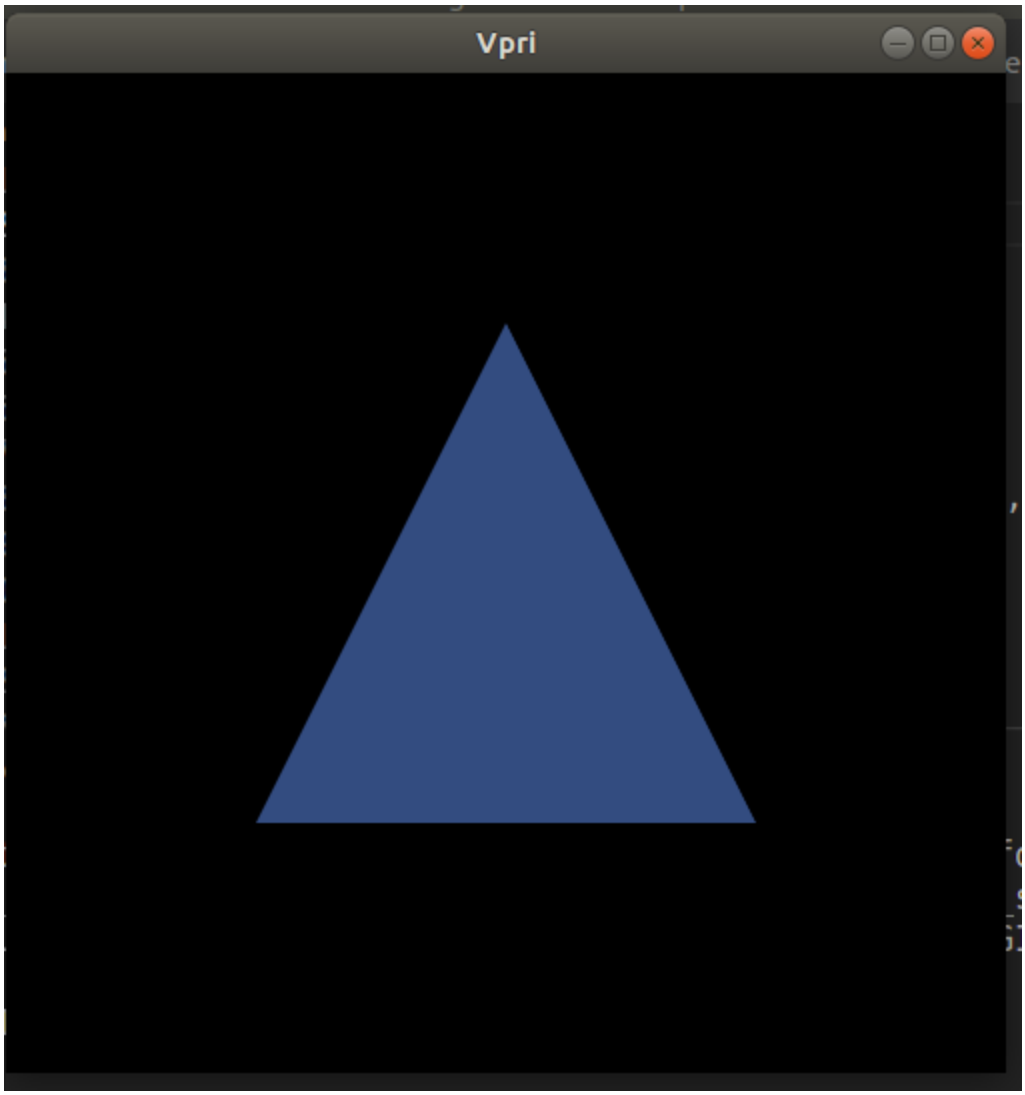


3 Modifique el programa 2.5, de manera tal que se grafique un triangulo isóseles.

```
#include <HSGIL/hsgil.hpp>
#include <iostream>
using namespace std;
using namespace luis;
int main(void) {
    RenderingWindow window(200, 200, "Vpri");
    Shader sh1("triangulo");
    float vertices[]  = {-0.5, -0.5, 0, 0, 0.5, 0, 0.5, -0.5, 0};
    unsigned int vao, vbo;
    glGenVertexArrays(1, &vao);
    glGenBuffers(1, &vbo);
    glBindVertexArray(vao);
    glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, vbo);
    glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, sizeof(vertices), vertices,
       GL_STATIC_DRAW);
    glVertexAttribPointer(0, 3, GL_FLOAT, false, 3*sizeof(float),
       0);
    glEnableVertexAttribArray(0);
    glBindVertexArray(0);
    while(window.isActive())
    {
        glClearColor(0,0,0,1);
        glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
        sh1.use();
        glBindVertexArray(vao);
        glDrawArrays(GL_TRIANGLES, 0, 3);
        glBindVertexArray(0);//
        window.pollEvents();
        window.swapBuffers();
    }

}
```

```
#version 330 core
out vec4 fc;

void main()
{
    fc = vec4(0.2, 0.3, 0.5, 1);
}
```

```
#version 330 core
layout(location = 0) in vec3 pos;

void main(){
   gl_Position = vec4(pos, 1);

}
```


Vpri