

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO  
PISCÍCOLA PESCO VERSIÓN 4.0

BRANDON VASQUEZ ALCOCER  
ANDERSON GUIO ROA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA  
BUCARAMANGA

2024

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO  
PISCÍCOLA PESCO VERSIÓN 4.0

BRANDOM VASQUEZ ALCOCER  
ANDERSON GUIO ROA

Trabajo de grado para optar título de Ingeniero de Sistemas

Director:

HUGO HERNANDO ANDRADE SOSA  
Magister en informática

Codirector:

CARLOS ANÍBAL VÁSQUEZ CARDOZO  
Especialista en docencia universitaria

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA PROGRAMA  
BUCARAMANGA

2024

## DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo grado a Dios, toda mi familia y al grupo de investigación SIMON. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y estuvieron presentes en todos los momentos malos y en los menos malos, dándome su apoyo para lograr terminar esta tesis y además afrontar todas las dificultades sin perder la motivación ni caer en el intento. También le dedico este resultado a mi profesor de trabajo de grado Hugo Hernando Andrade Sosa, gracias por ayudarme, enseñarme y formarme durante todo el proceso del trabajo de grado, todos los regaños y sus enseñanzas me ayudaron para llegar a este resultado, pero lo más importante fue su aporte en el concepto de aprender a ser un buen profesional. Asimismo, a mi compañero de tesis, que sin su ayuda no lograríamos este resultado, su apoyo fue fundamental para el trabajo en equipo y sus enseñanzas como compañero me aportaron significativamente en el proceso. Por último, también le dedico este resultado a todos mis amigos, compañeros, personal de la escuela de sistemas y todas las personas que me apoyaron, dieron su granito de arena con el fin de terminar este proceso y culminar esta tesis de trabajo de grado, siempre los recordaré, me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño todo sin pedir nada a cambio.

## **DEDICATORIA**

Dedico el resultado de este proyecto de grado a mi padre Jesús Hernando Vásquez y mi madre Betty Alcocer por su constante apoyo y por ser una gran inspiración en mi vida. Sin su ayuda y su ánimo, no hubiera sido posible llevar a cabo este trabajo. Este es mi humilde homenaje a mis padres por todo lo que han hecho por mí.

Agradezco también a ConexaLab en la empresa la cual laboré durante el desarrollo de este proyecto, que gracias al apoyo de esta empresa y de Iván Ramírez fui capaz de llevar a término el proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

Desde lo profundo de mi ser quiero expresar mi gratitud a mi familia, mis padres que les agradezco el tiempo, esfuerzo y todo lo que aportaron para llegar hasta este punto de lograr ser un profesional, al profesor Hugo Andrade Sosa ya que me apoyo mucho desde que llegué al grupo de investigación SIMON y por todo el tiempo que nos dedicó a la realización de este proyecto de grado, también quiero agradecer a todos los compañeros y amigos que tuve durante la instancia en la UIS, ya que desde el primer semestre, aportaron algo mínimo para terminar este proceso, asimismo a los profesores que colaboraron significativamente en el proceso de aprendizaje para llegar a ser un buen profesional y al codirector Carlos Aníbal que nos apoyó con su tiempo y experiencia en la realización de este resultado de trabajo de grado. Gracias a todos por lo realizado y por fin llegar a la culminación de este paso para ser un buen profesional. Además agradezco a los colaboradores del IPRED que nos apoyaron con los conocimientos del curso de piscicultura para la realización del proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi sincera gratitud a todas las personas que me brindaron su valiosa ayuda y apoyo durante la realización de este proyecto de grado. En primer lugar, quiero agradecer al profesor Hugo Andrade por su orientación y por ser una constante fuente de inspiración. También quiero agradecer al profesor Carlos Aníbal por su valiosa colaboración y por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	17
1. PRESENTACIÓN .....	19
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DOCUMENTO .....	19
1.2 OBJETIVOS .....	20
1.2.1 Objetivo general. ....	20
1.2.2 Objetivos Específicos .....	20
2. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTO DEL TRABAJO DE GRADO.....	22
3. MARCO TEÓRICO.....	25
3.1 PRODUCCIÓN Y COMERCIO DE LA PISCICULTURA EN COLOMBIA.....	25
3.2 PENSAMIENTO SISTÉMICO Y DINÁMICA DE SISTEMAS.....	26
3.3 INGENIERÍA DE SOFTWARE .....	27
3.4 AULA EXTENDIDA O AMPLIADA.....	29
4. METODOLOGÍA.....	31
4.1 METODOLOGÍA SOFTWARE POR PROTOTIPOS EVOLUTIVOS .....	32
4.2 METODOLOGÍA PARA PRUEBAS DE SOFTWARE.....	33
4.3 METODOLOGÍA PARA EL MODELADO .....	35
4.4 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE AMBIENTES VIRTUALES.....	35
5. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	37
5.1 EVALUACIÓN PESCO VERSIÓN 3.0.....	37
5.1.1 Componente gráfico y usabilidad del juego.....	37
5.1.2 Rendimiento funcional del juego. ....	43
5.1.3 Modelos en evolución base del juego.....	44
5.1.4 Conclusión de la evaluación.....	45
5.1.5 Requerimientos para el componente virtual de PESCO 4.0.....	45
5.2 DISEÑO GENERAL DEL AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE.....	46
5.2.1 Diseño del componente teórico-práctico. ....	47
5.2.2 Diseño del componente virtual. ....	51

5.3 COMPONENTE TEÓRICO-PRÁCTICO EN AMBIENTE WEB .....	53
5.3.1 Diseño página WEB. ....	54
5.3.2 Requerimientos para el ambiente WEB.....	57
5.3.3 Funcionalidades. ....	57
5.3.4 Diagramas. ....	58
5.3.5 Backend. ....	60
5.3.6 Frontend. ....	60
5.4 COMPONENTE VIRTUAL EN UNITY .....	63
5.4.1 Diseño del componente virtual 3d y 2d en Unity. ....	63
5.4.2 Funcionalidades. ....	66
5.4.3 Diagramas. ....	66
5.4.4 Backend. ....	68
5.4.5 Frontend. ....	69
6. PRUEBAS .....	73
7. CONCLUSIONES.....	74
8. RECOMENDACIONES .....	75
BIBLIOGRAFÍA .....	76
ANEXOS .....	79

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Representación variables endógenas y exógenas primer nivel PESCO.....	82
Tabla 2. Escenario Primer Nivel PESCO. ....	83
Tabla 3. Representación variables endógenas y exógenas segundo nivel PESCO.....	89
Tabla 4. Escenario Segundo Nivel PESCO.....	90
Tabla 5. Representación variables endógenas y exógenas tercer nivel PESCO. ....	96
Tabla 6. Escenario Tercer Nivel PESCO.....	98
Tabla 7. Representación variables endógenas y exógenas cuarto nivel PESCO. ....	105
Tabla 8. Escenario Cuarto Nivel PESCO. ....	107
Tabla 9. Representación variables endógenas y exógenas quinto nivel PESCO.....	114

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Aula de clase en piscicultura y Estanque Real.....	22
Figura 2. Conexión ambiente virtual de aprendizaje PESCO.....	23
Figura 3. Versión actual trabajo de grado y futuras versiones.....	24
Figura 4. Desarrollo evolutivo.....	33
Figura 5. Ambientes virtuales de aprendizaje: Una metodología para su creación. ....	36
Figura 6. Decisiones a lo largo del juego PESCO 3.0.....	39
Figura 7. Diseño General del Ambiente Virtual de Aprendizaje PESCO 4.0.....	47
Figura 8. Diagrama de casos de uso del Componente Teórico-Práctico. ....	49
Figura 9. Diagrama de casos de uso del Componente Virtual. ....	52
Figura 10. Diagrama de Actividades Componente Teórico-Práctico.....	59
Figura 11. Arquitectura de conexión ambiente Web.....	60
Figura 12. Diagrama de Actividades Componente Virtual.....	67
Figura 13. Primer Nivel PESCO modelo Evolución.....	80
Figura 14. Estadísticas del modelo primer nivel PESCO modelo Evolución. ....	82
Figura 15. Resultados de Peso del Pez en gramos con evolución primer nivel - Gráfico .....	84
Figura 16. Resultados de Costos de la Producción en pesos (\$) con evolución primer nivel – Gráfica. ....	85
Figura 17. Resultados de Venta del Pez en pesos (\$) con evolución primer nivel – Gráfica.....	86
Figura 18. Segundo Nivel PESCO modelo Evolución. ....	87
Figura 19. Estadísticas del modelo segundo nivel PESCO modelo Evolución.....	88
Figura 20. Resultados de Peso del Pez en gramos con evolución segundo nivel – Gráfica.....	91
Figura 21. Resultados de Costos de la Producción en pesos (\$) con evolución segundo nivel – Gráfica. ....	92

Figura 22. Resultados de Venta del Pez en pesos (\$) con evolución segundo nivel – Gráfica.....	93
Figura 23. Tercer Nivel PESCO modelo Evolución. ....	94
Figura 24. Estadísticas del modelo tercer nivel PESCO modelo Evolución. ....	96
Figura 25. Resultados de Peso Promedio Lote en gramos con evolución tercer nivel – Gráfica.....	99
Figura 26. Resultados de Costos en pesos (\$) con evolución tercer nivel – Gráfica....	100
Figura 27. Resultados de Biomasa en gramos (g) con evolución tercer nivel – Gráfica. ....	100
Figura 28. Resultados de Venta del Lote de Peces en pesos (\$) con evolución tercer nivel – Gráfica. ....	101
Figura 29. Cuarto Nivel PESCO modelo Evolución.....	103
Figura 30. Estadísticas del modelo cuarto nivel PESCO modelo Evolución. ....	105
Figura 31. Resultados de Peso Promedio Lote en gramos con evolución cuarto nivel – Gráfica.....	108
Figura 32. Resultados de Costos en pesos (\$) con evolución cuarto nivel – Gráfica...	109
Figura 33. Resultados de Biomasa en gramos (g) con evolución cuarto nivel – Gráfica. ....	110
Figura 34. Resultados de Venta del Lote de Peces en pesos (\$) con evolución tercer nivel – Gráfica. ....	110
Figura 35. Quinto Nivel PESCO modelo Evolución. ....	112
Figura 36. Estadísticas del modelo quinto nivel PESCO modelo Evolución.....	114

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1. Menú de PESCO 3.0.....	38
Ilustración 2. Menú de PESCO 3.0 – Sesiones.....	38
Ilustración 3. Instrucciones 1 PESCO 3.0 .....	40
Ilustración 4. Instrucciones 2 PESCO 3.0 .....	40
Ilustración 5. Escenario PESCO 3.0.....	41
Ilustración 6. Misiones nivel 1 PESCO 3.0 .....	41
Ilustración 7. Información de la producción del nivel 1 PESCO 3.0.....	42
Ilustración 8. Información del mercado del nivel 1 PESCO 3.0 .....	42
Ilustración 9. Prototipo Componente Teórico-Práctico en Adobe XD – Home. ....	50
Ilustración 10. Prototipo Componente Teórico-Práctico en Adobe XD - Menú.....	50
Ilustración 11. Prototipo Componente Teórico-Práctico en Adobe XD - Información. ....	51
Ilustración 12. Prototipo Componente Virtual en Adobe XD – Inicio de Sesión.....	53
Ilustración 13. Prototipo Componente Teórico-Práctico en la WEB – Home.....	54
Ilustración 14. Prototipo Componente Teórico-Práctico en la WEB – Información 1.....	55
Ilustración 15. Prototipo Componente Teórico-Práctico en la WEB – Información 2.....	56
Ilustración 16. Componente Teórico-Práctico implementado en el servidor de SIMON - Home.....	61
Ilustración 17. Componente Teórico-Práctico implementado en el servidor de SIMON – Home Información.....	62
Ilustración 18. Componente Teórico-Práctico implementado en el servidor de SIMON – Moodle Curso Piscicultura.....	62
Ilustración 19. Prototipo Componente Virtual en Unity – Inicio de Sesión.....	64
Ilustración 20. Prototipo Componente Virtual en Unity – Menú.....	64
Ilustración 21. Prototipo Componente Virtual en Unity – Selección Niveles Juego Controlado.....	65
Ilustración 22. Prototipo Componente Virtual en Unity – Estanque Nivel 1 .....	65
Ilustración 23. Prototipo Componente Virtual en Unity – Mercado Nivel 1 .....	66

Ilustración 24. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Inicio de Sesión. ....	69
Ilustración 25. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Menú. ....	70
Ilustración 26. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Juego controlado.....	70
Ilustración 27. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Pantalla de carga. ....	71
Ilustración 28. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Nivel 1 Instrucciones. ....	71
Ilustración 29. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Nivel 1 Información Estanque. ....	72
Ilustración 30. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Nivel 1 Información Mercado.....	72
Ilustración 31. Escenario Primer Nivel PESCO en el componente virtual. ....	84
Ilustración 32. Escenario segundo nivel PESCO en el componente virtual 1.....	90
Ilustración 33. Escenario segundo nivel PESCO en el componente virtual 2.....	91
Ilustración 34. Escenario tercer nivel PESCO en el componente virtual 1. ....	98
Ilustración 35. Escenario tercer nivel PESCO en el componente virtual 2. ....	99
Ilustración 36. Escenario Cuarto nivel PESCO en el componente virtual 1.....	107
Ilustración 37. Escenario Cuarto nivel PESCO en el componente virtual 2.....	108
Ilustración 38. <code>pesco_compose/backend/api</code> .....	117
Ilustración 39. <code>pesco_compose/App</code> y <code>pesco_compose/Moodle</code> .....	118
Ilustración 40. <code>pesco_compose/pesco_frontpage/public</code> .....	119
Ilustración 41. <code>pesco_compose/pesco_frontpage/src</code> .....	119
Ilustración 42. <code>pesco_frontpage/public/build</code> .....	120
Ilustración 43. Formulario para los usuarios participantes en la prueba de usuarios. ...	129
Ilustración 44. Gráficos de los resultados obtenidos de la prueba de usuarios. ....	131

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Prueba de los modelos del ambiente virtual de aprendizaje pesco. ....	79
Anexo B. pesco_compose/backend/api .....	117
Anexo C. pesco_compose/App y pesco_compose/Moodle.....	118
Anexo D. pesco_compose/pesco_frontpage/public y pesco_compose/pesco_frontpage/src.....	119
Anexo E. pesco_frontpage/public/build .....	120
Anexo F. Prueba de funcionalidad. ....	121
Anexo G. Pruebas de usuarios.....	129

## RESUMEN

**TÍTULO:** AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO PISCÍCOLA PESCO VERSIÓN 4.0\*

**AUTOR:** BRANDOM VASQUEZ ALCOCER, ANDERSON GUIO ROA\*\*

**PALABRAS CLAVE:** AMBIENTE VIRTUAL, AULA AMPLIADA, SIMULACIÓN, MODELADO, TEORICO-PRÁCTICO Y ESTANQUE VIRTUAL.

### DESCRIPCIÓN:

El grupo SIMON desarrolló el proyecto de Investigación titulado “Laboratorio Para El Aprendizaje De La Piscicultura Con Sistema De Producción Automatizada Y En Ambiente Virtual” el cual tuvo en sus objetivos el desarrollar un ambiente virtual que representara el sistema piscícola para recrear experiencias reales mediante simulaciones, así como formular una propuesta pedagógica de aula ampliada que integrara fundamentos teórico – conceptuales con la experimentación virtual y la real, fortaleciendo los aprendizajes para la producción piscícola, el mercadeo y la asociatividad. El proyecto de investigación contempló un ambiente virtual de aprendizaje mediante dos componentes: Teórico-Práctico y el Estanque virtual; en este contexto se desarrolló el presente trabajo de grado, el cual consiste en un nuevo AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA PRODUCCIÓN Y MERCADO PISCÍCOLA PESCO VERSIÓN 4.0, donde se seleccionó, depuró y mejoró el componente del estanque virtual, con el objetivo de apoyar las labores del componente educativo del proyecto de investigación. En lo que se desarrolló de esta nueva versión del ambiente PESCO se realizó la evaluación de la versión anterior y teniendo en cuenta al ambiente virtual de aprendizaje como un entorno software que pudo facilitar la interacción del usuario, con las herramientas de modelado y simulación, haciéndolas más atractivas e intuitivas, añadiendo servicios y funcionalidades que aportaron significativamente a la práctica educativa, que sirvió de primer paso de lo que sería una práctica en el ambiente real y así la nueva versión aportó efectivamente a la realización de los objetivos del proyecto de investigación.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad De Ingeniería Físicomecánicas Escuela De Ingeniería De Sistemas E Informática Programa Director: Hugo Hernando Andrade Sosa Magister en informática Codirector: Carlos Aníbal Vásquez Cardozo Especialista en docencia universitaria

## ABSTRACT

**TITLE:** VIRTUAL ENVIROMENT OF LEARNING FOR THE PISCARY PRODUCTION AND MARKETING PESCO VERSION 4.0\*

**AUTHOR:** BRANDOM VASQUEZ ALCOCER, ANDERSON GUIO ROA\*\*

**KEY WORDS:** VIRTUAL ENVIROMENT, EXPANDED CLASSROOM, SIMULATION, MODELING, PRACTICAL-THEORETICAL AND VIRTUAL POND.

### **DESCRIPTION:**

The group SIMON has developed the investigation project called "Laboratorio para el aprendizaje de la piscicultura con sistema de producción automatizada y en ambiente virtual" which goal was to develop a virtual atmosphere that represent the farm system so that it could recreate real experience as well as to formulate a pedagogical proposal for an expanded classroom that integrates theoretical-conceptual fundaments with virtual and real experimentation, strengthening the learning for fish production, the marketing and associativity. In this investigation project, it is proposed that the virtual learning environment is structured in two components: Practical-Theoretical and the Virtual Pond. in the context of the investigation project this final project was develop, which consist of a new VIRTUAL ENVIROMENT OF LEARNING FOR FISH FARMING PRODUCTION AND MARKETING PESCO VERSION 4.0, where it was selected, refined and improved the component of the virtual pond, with the goal of supporting the work of the educational component of the investigation project. In the development of this new version of the environment PESCO, we make an evaluation of the last version and having in count the virtual environment of learning as a background software that made easier user interaction with the tools of modeling and simulation, making them more attractive and intuitive, adding services and features that contribute significantly to the educational practice, which has been usefull as first step of what will be a practice in a real environment and therefore the new version contributed to the effective realization of the investigation project.

---

\* Work of Grade

\*\* Facultad De Ingeniería Físicomecánicas Escuela De Ingeniería De Sistemas E Informática Programa Director: Hugo Hernando Andrade Sosa Magister en informática Codirector: Carlos Aníbal Vásquez Cardozo Especialista en docencia universitaria

## INTRODUCCIÓN

El grupo SIMON de Investigación, adscrito a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander, en sus líneas de investigación principalmente de Informática para la Educación, Modelado y Simulación en Agroindustria; desarrolló el proyecto de Investigación financiado por la UIS titulado “Laboratorio Para El Aprendizaje De La Piscicultura Con Sistema De Producción Automatizada Y En Ambiente Virtual” el cual tiene en sus objetivos desarrollar un ambiente virtual que represente el sistema piscícola para recrear experiencias reales, así como formular una propuesta pedagógica de aula ampliada que integre fundamentos teórico – conceptuales con la experimentación virtual y la real, fortaleciendo los aprendizajes para la producción piscícola, el mercadeo y la asociatividad.

En el proyecto de investigación, se planteó que el ambiente virtual de aprendizaje este estructurado en dos componentes: el primero corresponde a los modelos de simulación que son conocidos como caja transparente (explicaciones en términos de modelos matemáticos de simulación para el usuario); y el segundo es el componente virtual en términos de caja negra (modelos no visibles para el usuario), que abarca lo relacionado a la experiencia en la producción y el mercadeo de una práctica real.

SIMON ha venido trabajando en estas líneas de investigación con propuestas anteriores como el proyecto de investigación titulado “Dinámica De Sistemas Para El Aprendizaje En La Agroindustria” y trabajos de grado a nivel de pregrado como PESCO: ambiente software orientado a la virtualización de las experiencias prácticas, que ha tenido tres versiones desarrolladas a lo largo de los últimos 10 años. A través de sus diferentes versiones se ha transformado el componente virtual y cabe resaltar que el ambiente de aprendizaje PESCO 3.0 logró crear un entorno de simulación basándose en un modelo de cultivo de peces diseñado a partir de un estanque, pero el ambiente presentó problemas de rendimiento en máquinas de pocos recursos, lo cual generó un limitante

para su uso en las clases, ya que no todos los estudiantes pudieron acceder a este ambiente.

En el contexto del proyecto de investigación realizado, se desarrolló el presente trabajo de grado, el cual consiste en un nuevo AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA PRODUCCIÓN Y MERCADO PISCÍCOLA PESCO VERSIÓN 4.0, donde se seleccionó, depuró y mejoró el ambiente virtual, con el objetivo de apoyar las labores del componente educativo del proyecto de investigación.

Por lo cual, en el desarrollo de esta nueva versión del ambiente PESCO se realizó la evaluación de la versión anterior y se tomaron los requerimientos del proyecto de investigación, se inició con los resultados de la evaluación al ambiente virtual PESCO 3, acorde a las tecnologías vigentes, sin dejar de lado el mejoramiento en términos de complejidad de los modelos e innovación a ciertos procesos, como las alternativas de participación en el mercado; teniendo en cuenta que un ambiente virtual de aprendizaje es un entorno software que facilita la interacción del usuario con las herramientas de modelado y simulación, haciéndolas más atractivas e intuitivas, añadiendo servicios y funcionalidades que aportaron significativamente a la práctica educativa, que busca dar un primer paso de lo que sería una práctica en el ambiente real y así la nueva versión aportó efectivamente a la realización de los objetivos del proyecto de investigación.

Por lo tanto, se justificó este trabajo de grado, porque consiste en un aporte a la labor de investigación del grupo SIMON y la aplicación de conocimientos adquiridos en la formación profesional de los estudiantes que optan por el título de Ingeniería de Sistemas.

# 1. PRESENTACIÓN

## 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DOCUMENTO

Este documento contiene la información del presente trabajo de grado y está estructurado así:

El capítulo 1 presenta el objetivo general y los objetivos específicos del trabajo de grado.

El capítulo 2 presenta descripción y contexto en el que se desarrolló el proyecto, presentando el historial de trabajos realizados del ambiente y la descripción sobre en qué consiste esta nueva versión.

El capítulo 3 presenta el marco teórico de los temas que se investigaron en cada campo los cuales aportaron a este estudio de enfoque multidisciplinario.

El capítulo 4 presenta las metodologías que fueron utilizadas para los procesos del desarrollo del software, modelado y ambientes virtuales de aprendizaje.

El capítulo 5 presenta el proceso por el cual se desarrollo el software, comenzando por una evaluación de la anterior versión del proyecto para puntualizar requerimientos, seguido del diseño del ambiente virtual de aprendizaje, para así indicar el proceso de implementación y las pruebas correspondientes.

Los capítulos 6, 7 y 8 presentan las pruebas realizadas a este trabajo de grado, las conclusiones y recomendaciones surgidas a partir del desarrollo de este trabajo de grado que aportaron en el desarrollo y aportarían a futuros trabajos de grado.

## **1.2 OBJETIVOS**

**1.2.1 Objetivo general.** Desarrollar un ambiente virtual de aprendizaje a nivel de técnicos y tecnólogos que facilite el proceso de formación para la producción y mercado piscícola, a partir la noción de aula de clase extendida y el ambiente virtual PESCO, desarrollados por el grupo SIMON de investigación.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

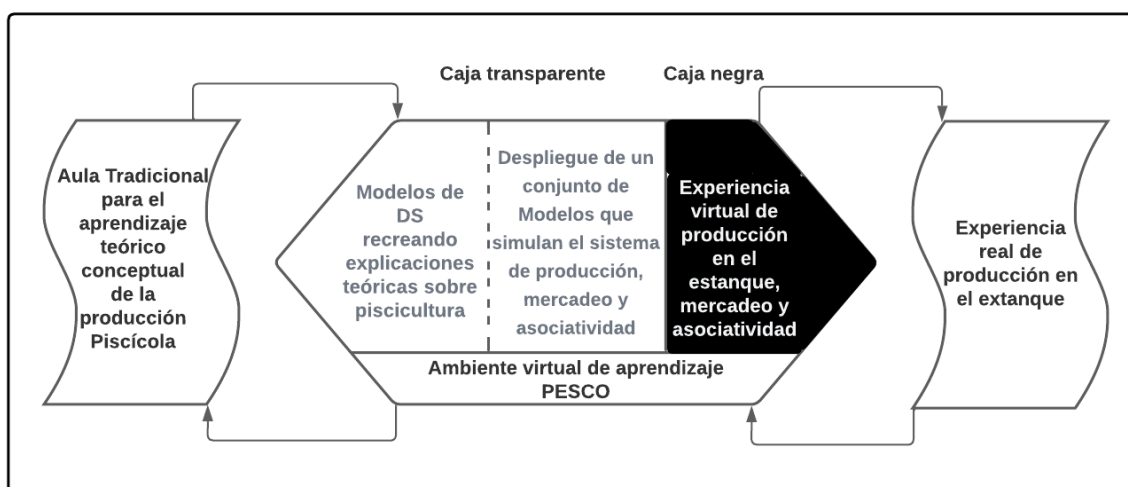
- Formular el diseño general de un ambiente virtual de aprendizaje, integrado a la noción de aula ampliada; contemplando el componente de formación teórica y el componente de experimentación virtual a través del modelado y la simulación con Dinámica de Sistemas. Con el propósito de fortalecer la relación de la formación teórica, con la experiencia real de producción y mercadeo a nivel de técnicos y tecnólogos en piscicultura.
- Desarrollar el componente teórico–práctico, implementado en ambiente WEB, que aloje el material teórico (modelos, gráficas y animadores) para facilitar a los estudiantes desarrollar su proceso de aprendizaje en piscicultura, con fundamento en las explicaciones científicas y en la experimentación simulada con modelos de caja transparente.
- Evaluar experiencias de los trabajos previos del grupo de investigación en piscicultura, principalmente la versión anterior del ambiente PESCO, que permitan la identificación de falencias e implementación de correcciones para el perfeccionamiento del producto y desarrollar una nueva versión del componente virtual del ambiente (Juego serio), que simula el proceso productivo y de mercadeo de un sistema de producción piscicultura en estanques de geomembrana.

- Evaluar la nueva versión del ambiente virtual de aprendizaje en su conjunto, a través de pruebas técnicas y de usabilidad con los estudiantes del programa de agroindustria del IPRED, tomando los resultados obtenidos como fundamentos para correcciones, nuevos requerimientos o recomendaciones para versiones futuras.

## 2. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTO DEL TRABAJO DE GRADO

El ambiente virtual de aprendizaje PESCO y su papel en el aula ampliada se planteó como lo muestra la figura 1. Los dos componentes trabajados en este trabajo de grado se diseñaron orientados tanto al aula tradicional de clase, como en la virtualización del estanque a través de las dos partes que componen a éste; la caja transparente y la caja negra, para poder enlazar y compartir esta experiencia adquirida en el campo real de un estanque. Esta conexión cíclica que se planteó en este ambiente virtual de aprendizaje, ayudó como un puente de comunicación para crear un aula ampliada donde los estudiantes o usuarios pudieron tomar la experiencia recibida en cada componente y aplicarla en el otro componente sin ninguna interrupción o pérdida de experiencia.

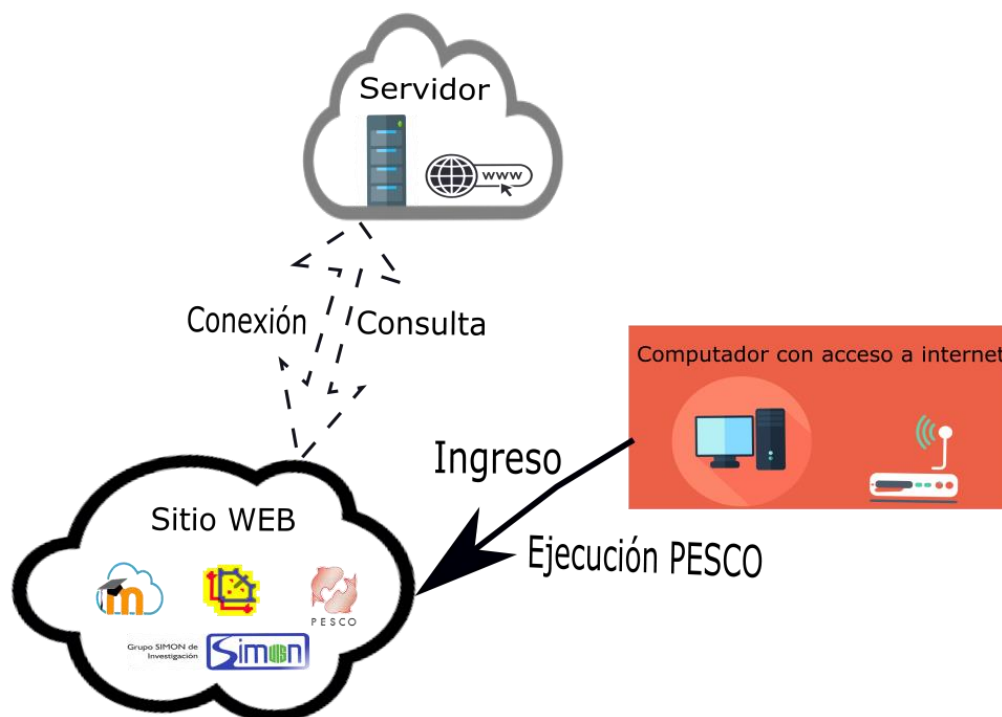
Figura 1. Aula de clase en piscicultura y Estanque Real.



Estas conexiones entre los componentes se llevaron a cabo a través de un servidor en el cual está instalado el sitio Web. En él se encuentra el Moodle de la clase teórica tradicional y otras sesiones de apoyo para la caja transparente del componente virtual, además de una pequeña introducción a la DS y el modelado con Evolución. Por medio del sitio Web se ejecuta el componente virtual del estanque que se conoce como caja

negra llamado juego serio, que puede funcionar en cualquier computador conectado a la red, además toda la información que se manejó en este componente puede ser vista en la página web a través de la vista del profesor administrador para su uso, tanto el profesor como el estudiante pudieron manejar su experiencia virtual en el componente teórico-practico y con ella aplicar lo aprendido en la práctica real del estanque.

Figura 2. Conexión ambiente virtual de aprendizaje PESCO.



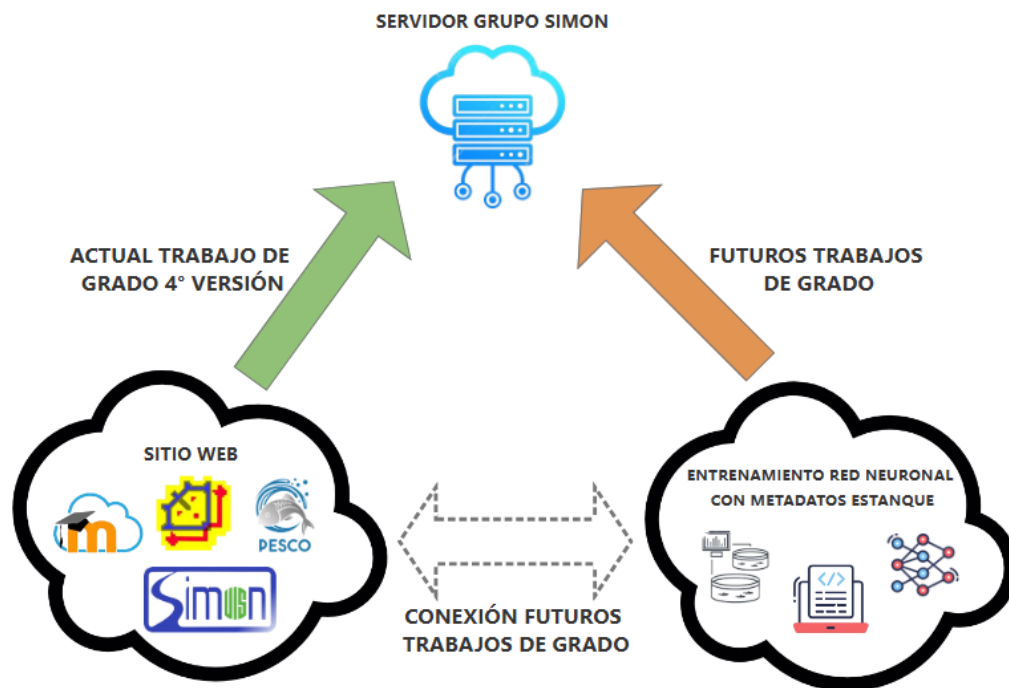
Con las versiones pasadas el componente teórico era representado en un sitio web y una aplicación para escritorio, este estaba enfocado como un soporte en documentación y simuladores en evolución que solo ayudaba a los usuarios a mejorar sus conocimientos en piscicultura por cuenta propia y luego usaran el componente virtual.

El componente virtual del estanque en la versiones anteriores paso de ejecutarse a través del celular a ejecutarse en un sitio web mediante un computador conectado a la red, este

solo estaba centrado en el juego serio y solo para la ejecución de los conocimientos previos que tenga el usuario.

Por este motivo se planteó este nuevo diseño de ambiente virtual de aprendizaje, considerando los trabajos de investigación del grupo SIMON con respecto al aula ampliada y el desarrollo de las versiones previas de PESCO, el nuevo enfoque de los productos software se centró en el diseño, desarrollo e implementación del componente teórico-practico de apoyo a la clase de piscicultura tradicional o para usuarios que quieran aprender de piscicultura, además de la evaluación y mejora del rendimiento del juego serio.

Figura 3. Versión actual trabajo de grado y futuras versiones.



### 3. MARCO TEÓRICO

El siguiente marco teórico sirve para dar un conocimiento previo de la piscicultura en nuestro territorio y además conocer todos los temas relacionados que se implementaron en este proyecto de grado los cuales se aplicaron para todo el desarrollo de este.

#### 3.1 PRODUCCIÓN Y COMERCIO DE LA PISCICULTURA EN COLOMBIA

La piscicultura en Colombia actualmente tiene un nivel de producción muy bajo en comparación con otros países latinoamericanos, ante este panorama, la AUNAP<sup>1</sup>, manifiesta que esta entidad junto con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, cartera de la cual depende, trabajan en un marco normativo para potenciar la actividad pesquera y acuícola del país como un sector generador de empleo y crecimiento económico.

Ante ello, uno de los mayores inconvenientes en la piscicultura es la calidad del producto, lo cual es la mayor característica para la buena presentación del pez para el consumo humano, esto genera que las exportaciones del producto no sean muy buenas a nivel nacional ya que Colombia presenta deficiencias en infraestructura para la producción y comercialización de productos de la pesca.

Al igual que sucede en gran parte del mundo, en Colombia<sup>2</sup> la acuicultura (cultivos de diferentes especies en agua dulce) crece de manera vertiginosa, mientras la pesca tradicional en barcos y manual se ha estancado.

---

<sup>1</sup> FAO, A. Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia - PlaNDAS. Bogotá. 2014.

<sup>2</sup> Ibid

Una de estas soluciones son los estanques de peces, un estanque es un depósito cerrado de agua, sin corrientes, de un tamaño tal que puede ser utilizado para el cultivo controlado de peces.<sup>3</sup> Los peces producidos en estanques son una fuente de proteína y pueden proveer ganancias para los agricultores. Peces como las tilapias y las carpas se cultivan fácilmente y se obtienen buenas producciones si se sigue un plan de manejo adecuado.

Además de los fletes de pescado, el portafolio del sector incluye otros productos como aceite de pescado, camarones, mientras que para el canal institucional se ofrece carne de hamburguesa, salchichas, lomititos, entre otros.<sup>4</sup> El sector acuícola sigue creciendo a nivel nacional, convirtiéndose en parte de la cultura económica del país, además de ser el día a día de miles de personas que viven de ella. La comercialización que está conformado por distribuidores minoristas y mayoristas, y por último se encuentran los consumidores, en donde se evidencian actores nacionales, regionales y locales. Por eso, Colombia sigue invirtiéndole a la creación de programas que permitan capacitar y educar sobre la pesca responsable y el cuidado del medio ambiente.

Así <sup>5</sup>, y por ejemplo Colombia se convirtió en el primer país en recibir certificación grupal para tilapia por buenas prácticas acuícolas, certificación otorgada por Global Aquaculture Alliance que reconoce y resalta el esfuerzo de toda la cadena en mejorar sus prácticas de producción.

### **3.2 PENSAMIENTO SISTÉMICO Y DINÁMICA DE SISTEMAS**

Cuando tenemos un sistema compuesto de otros subsistemas y elementos relacionados entre sí, para concebir la idea de aula ampliada como entorno virtual complementario del espacio presencial que se articula con la propuesta de enseñanza y de aprendizaje,

---

<sup>3</sup> CORREA CABRA, Helman Eduardo, Piscicultura, Bucaramanga: Norma, 2003

<sup>4</sup> Ibid.

<sup>5</sup> Ibid.

aparece el pensamiento sistémico, este término acuñado hace unos 70 años tiene sus principios en distintas áreas incluyendo la biología y con orígenes en una teoría holista, intenta comprender los sistemas con una nueva visión y se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades, sin embargo hace uso de paradigmas como la teoría general de sistemas, la ingeniería de sistemas, los sistemas blandos entre otros, en cada una de ellas se plantea distintas teorías que permiten la comprensión, análisis, modelamiento y simulación de sistemas complejos.

La Dinámica de Sistemas (DS) se remonta a Jay Forrester en el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) con su denominada Dinámica Industrial (Forrester 1961) y que hoy se conoce en el aprendizaje organizacional como Dinámica de Negocios. El modo habitual como se ha entendido y se ha expuesto la DS es, fundamentalmente, como una metodología para construir modelos matemáticos de fenómenos de diversa índole. Se plantea un modo de entender la DS como algo más que una metodología; se trata de verla como una forma o un paradigma de pensamiento que se expresa a través de cierto sistema de convenciones, esto es, a través de un lenguaje en particular. Esta perspectiva que concibe a la DS como una unidad paradigma-lenguaje, comprende en su interior la idea más limitada, aunque difundida, de la DS como metodología de modelado.<sup>6</sup>

### **3.3 INGENIERÍA DE SOFTWARE**

Como dice Pressman<sup>7</sup>, Es una disciplina que integra matemáticas y ciencias de la computación, y con un enfoque sistémico se orienta para el desarrollo, operación y mantenimiento de software, sus actividades principales son especificación, desarrollo, evolución y mantenimiento de software. También es una disciplina de enfoque

---

<sup>6</sup> ANDRADE SOSA, Hugo Hernando; DYNER R, Isaac; ESPINOSA, Angela; LÓPEZ GARAY, Hernán y SOTAQUIRA, Ricardo. Geomorfología del pensamiento Sistémico. Bucaramanga: Ediciones Universidad Industrial de Santander. 2001. p. 35 – 91.

<sup>7</sup> PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del software: Un enfoque práctico. 7ma. Bogota: Mc Graw Hill, 2018. 1p

interdisciplinario o transversal a las demás áreas, ya que depende de su aplicación, puede estar relacionada con la economía, industria, salud, entre otros.

“Las pruebas de software comprenden una fase del proceso de desarrollo que se centra en asegurar la calidad, fiabilidad y robustez de un software, dentro de un contexto o escenario donde está previsto que sea utilizado y a su vez son un conjunto de actividades orientadas a comprobar determinados aspectos de un software y proveer información objetiva sobre el mismo”.<sup>8</sup>

Existen varias clases de pruebas: las estáticas son las que no corre el código de la aplicación y dinámicas son las que, si hay que correr el código de la aplicación, por otra parte, dependiendo del enfoque de las pruebas técnicas están:

- Pruebas de caja negra: Es el componente por el cual se estudia el elemento desde las entradas y salidas que contienen, sin tener en cuenta su funcionamiento interno, es decir, se verifica que las funciones son operativas.
- Pruebas de caja blanca: Estas pruebas se centran directamente en el código, en detalles procedimentales del sistema software, es decir se busca probar que cualquier flujo de ejecución devuelve un valor correcto.
- “Testing” aleatorio: Son pruebas aleatorias enfocadas en distintos objetivos y etapas del software, tiene que ver con el usuario en el sentido que buscan simular el entorno e identificar posibles “errores”.

El mantenimiento de software: es una de las actividades que hacen parte de la ingeniería del software y es el proceso de mejorar y optimizar un software. Existen 4 tipos de servicios de mantenimiento:

---

<sup>8</sup> MATEO NAVARRO, Pedro Luis; MARTÍNEZ PÉREZ, Gregorio; SEVILLA RUIZ, Diego Aplicación de Open HMI Tester como framework open-source para herramientas de pruebas de software. En: REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software. Madrid, España: Asociación de Técnicos de Informática, diciembre-enero, 2009, vol. 5, nro. 4, p. 6-18. E-ISSN 1885-4486.

- Perfectivo: Se conoce también como mantenimiento evolutivo y mejora el software en cuanto rendimiento, usabilidad e incluso nuevos requerimientos.
- Adaptativo: Lo que hace es adaptar el software existente a nuevas tecnologías, como nuevo sistema operativo, o nuevo entorno de base de datos entre otros.
- Correctivo: Corrige errores que se presentaron durante la ejecución.
- Preventivo: Trata de prevenir errores futuros o facilitar un mantenimiento futuro.

“Por medio de metodologías de mantenimiento de software se puede determinar y adaptar las características de uso y actividades de este, con una serie de procesos de mantenimiento para gestionar las herramientas”.<sup>9</sup>

### **3.4 AULA EXTENDIDA O AMPLIADA**

El aula extendida o ampliada es un entorno virtual complementario del espacio presencial que se articula con la propuesta de enseñanza y de aprendizaje, tiene como objetivo acompañar y potenciar estos dos procesos. La incorporación de este tipo de espacios y procedimientos permiten dinamizar y potenciar las propuestas iniciadas en el espacio del aula presencial, logrando convertirse en terreno fértil para continuar las discusiones que allí se inician, o bien puede constituirse en un espacio para proponer lecturas y armar grupos de discusión, o puede servir para compartir distintos materiales multimedia, o bien para proponer itinerarios diversos de lecturas, etc.

“En este tipo de aulas se articulan y combinan aspectos pedagógicos, tecnológicos y comunicacionales y cuando ello sucede es posible crear verdaderas comunidades de

---

<sup>9</sup> ISO. ISO/IEC 14764:2006 [en línea]. 2 ed. ISO International Standard Organization. 2006-09. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/39064.html>.

aprendizaje virtual en donde el intercambio y la producción de conocimiento encuentra un lugar propicio para florecer”.<sup>10</sup>

Frente a tal dificultad, los programas de formación en agroindustria optan por utilizar en las aulas simuladores tipo caja-negra para reproducir comportamientos y hacer pronósticos de fenómenos agroindustriales que por limitaciones de costos y tiempo no se pueden realizar en campo. A pesar de ello, el enfoque de simulación tradicional caja-negra ofrece poca reformulación del conocimiento teórico y no se centra en proveer explicaciones de por qué determinados fenómenos agroindustriales ocurren y, en consecuencia, dificulta el aprendizaje formal<sup>11</sup>.

Según Gómez y Tsolakis, la DS ofrece un enfoque de simulación de tipo caja-blanca, que mediante ambientes de modelado y simulación permite experimentar con las explicaciones que rigen los fenómenos agroindustriales, por otra parte, se dan cuenta del proceso de simulación observado en los simuladores caja-negra. De este modo, la DS aporta al contexto del aprendizaje formal en agroindustria fundado en la explicación y corroboración de la experiencia<sup>12&13</sup>.

---

<sup>10</sup> ANGARITA ZAPATA, Juan Sebastián; VÁSQUEZ CARDOZO, Carlos Aníbal; ANDRADE SOSA, Hugo Hernando. Ampliando procesos y espacios de aprendizaje en agroindustria con dinámica de sistemas. En: Praxis & Saber Revista de Investigación y Pedagogía Maestría en Educación. Uptc. 30 de noviembre 2008. vol. 10, nro. 22. p. 169 – 194. [Consultado: 20 de febrero de 2020]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6934574.pdf>. ISSN 2216-0159 E-ISSN 2462-8603

<sup>11</sup> AKCAYIR, Murat; AKCAYIR, Gokce. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literatura. En: Educational Research Review. ELSEVIER. 5 de noviembre de 2016. vol. 20. p. 1 – 11. [Consultado: 20 de febrero de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>. ISSN 1747-938X

<sup>12</sup> GÓMEZ PRADA, Urbano Eliécer. SARA: Videojuego para el aprendizaje agrícola soportado en Dinámica de Sistemas (DS). 6th Engineering, Science and Technology Conference Proceeding. 2017. Panamá: KnE Engineering. p. 232 – 238.

<sup>13</sup> TSOLAKIS, Naoum; SRAI, Jagjit Singh. A System Dynamics Approach to Food Security through Smallholder Farming in the UK. En; CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS. AIDIC. 2017. vol. 57. p. 122 – 138. [Consultado: 20 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.aidic.it/cet/17/57/338.pdf>. ISBN 978-88-95608-48-8; ISSN 2283-9216

## 4. METODOLOGÍA

El desarrollo de este trabajo de grado se centró en la metodología por prototipos evolutivos y para el cumplimiento de los objetivos propuestos se usaron metodologías correspondientes a cada punto.

Se definieron los requerimientos básicos a partir del proyecto de investigación y se tomó como punto de partida la versión anterior de PESCO para que fuera un prototipo, la cual fue evaluada y como resultado se añadieron nuevos requerimientos que se utilizaron en la realización de la nueva versión, la cual en concordancia con el modelo de desarrollo evolutivo sería evaluada nuevamente hasta el cumplimiento del cronograma.

Para la evaluación técnica y de rendimiento de la versión anterior se utilizó la metodología de pruebas de software la cual se aplicó para el cumplimiento del objetivo específico tres.

Luego se utilizó la metodología de modelado y simulación con Dinámica de Sistemas con el fin de que se evaluarán y ajustarán los modelos de Dinámica de Sistemas usados en el proyecto.

Del proyecto de investigación, los componentes teóricos y virtuales se desarrollaron como subsistemas que se integraron en un ambiente virtual de aprendizaje capaz de cumplir su rol en la noción de aula ampliada.

Se utilizó la metodología para el desarrollo de ambientes virtuales de aprendizaje, ya que esta metodología sirvió para la integración de la parte teórica, diseñando con un enfoque al usuario final, facilitándole su uso.

## 4.1 METODOLOGÍA SOFTWARE POR PROTOTIPOS EVOLUTIVOS

La metodología software por prototipos evolutivos fue la principal seleccionada para el desarrollo de este proyecto, ya que nos permitió trabajar en base a las versiones anteriores de pesco tomando la última versión como un prototipo evolutivo, al cual se empezó realizando una evaluación para obtener una validación y con el esbozo obtenido de los requerimientos del proyecto de investigación nombrado previamente para el inicio de este proyecto, se empezó con las etapas de especificación y desarrollo, permitiéndonos validar cada prototipo que se fue realizando hasta obtener el resultado final.

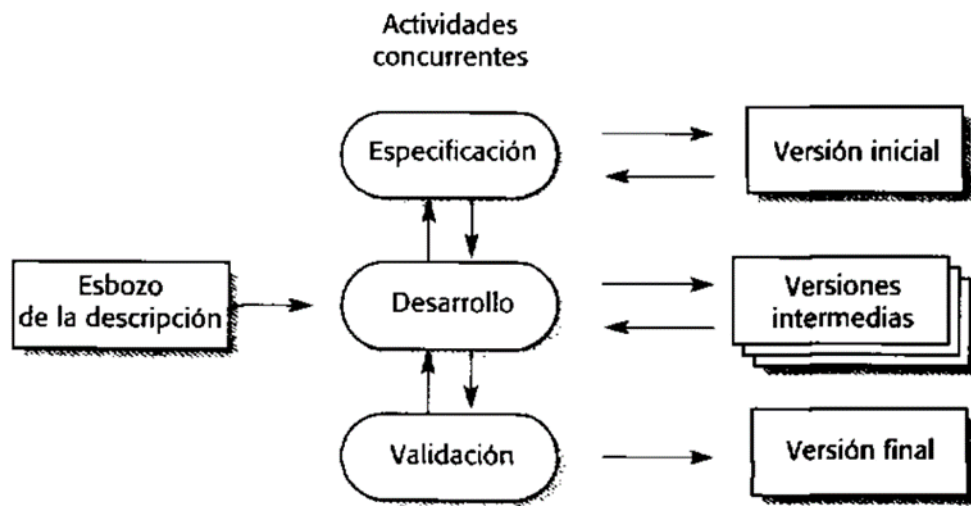
Esbozo: Se tomó como punto de partida un esbozo del software que se quiere desarrollar, en este caso el esbozo fue sacado directamente del proyecto de investigación y el concepto de aula ampliada.

Validación: Se realizó una validación comprobando que los requerimientos establecidos sean cumplidos satisfactoriamente, se comprobó si había nuevos requerimientos o se tiene una nueva comprensión de ellos.

Especificación: Una vez obtenidos los resultados de la validación se especificó los cambios en los requerimientos de tal manera que las características del software fueron corregidas o se adquirieron nuevas.

Desarrollo: A partir de los nuevos requerimientos se realizaron cambios que satisficieron lo requerido, se realizó una nueva validación y se repitió el proceso.

Figura 4. Desarrollo evolutivo.



Fuente: SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. Séptima edición. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN. S.A. 2005. 63p.

## 4.2 METODOLOGÍA PARA PRUEBAS DE SOFTWARE

La metodología para las pruebas de software se divide en cuatro fundamentos teóricos, los cuales son: Calidad de software, Estrategias de prueba de software, Niveles de prueba y Técnicas de prueba<sup>14</sup>.

Los procesos para asegurar la calidad del producto de software se dividieron en lo que respecta a su componente analítico en pruebas estáticas y dinámicas. La prueba estática se centró en evaluar la calidad con la que se estuvo generando la documentación del proyecto, por medio de revisiones periódicas, mientras que las pruebas dinámicas, requirieron de la ejecución del software con el fin de medir el nivel de calidad con la que

<sup>14</sup> BLANCO BUENO, Carlos. Ingeniería del Software II 2011: Tema 01. Construcción y Pruebas de Software [diapositivas]. Universidad de Cantabria. Santander. España. 2011. 85 diapositivas. [Consultado: 17 de junio de 2021]. Disponible en: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1408/course/section/1803/tema1-pruebasSistemasSoftware.pdf>

este fue codificado y el nivel de cumplimiento en relación con la especificación del sistema.

A continuación, se nombran las características que se tomaron en cuenta en las plantillas de pruebas:

- Se realizaron las pruebas efectivas con revisiones técnicas formales (RTF) con el fin de eliminar errores antes del inicio de la etapa de pruebas.
- Las pruebas arrancaron en un nivel bajo (de componentes) y se trabajó “hacia afuera” con el fin de integrar todo el sistema. Se incluyó pruebas de bajo nivel, necesarias para verificar que pequeños segmentos de código estén correctamente implementados (unidades lógicas), como también se incluyeron pruebas de alto nivel que validaron la funcionalidad general del sistema.
- Se aplicaron diferentes técnicas de prueba en diferentes puntos de la prueba.
- Las pruebas y la depuración se tuvieron como actividades diferentes.

Para el nivel de prueba se podrían realizar cuatro niveles de prueba: pruebas de unidad, pruebas integridad, pruebas de sistema, pruebas de aceptación.

Por último, en las Técnicas de pruebas se dio la opción de realizar cuatro tipos de pruebas, las cuales son: pruebas de caja negra, pruebas de caja blanca, pruebas de interfaz de usuario y pruebas de desempeño.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> RAJA PRADO, Elena. Casi todas las pruebas del software. En: Actas de Talleres de Ingeniería del Software y Bases de Datos: PRIS 2007: Taller sobre Pruebas en Ingeniería del Software [en línea]. Zaragoza: Editor Javier Tuya, septiembre, 2007, vol. (1), nro. (4), p. 43 – 46. [Consultado: 17 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sistedes.es/files/actas-talleres-JISBD/Vol-1/No-4/PRIS07.pdf>. ISSN 1988-3455.

### **4.3 METODOLOGÍA PARA EL MODELADO**

Con respecto a la metodología del modelado, se tuvieron en cuenta tres aspectos fundamentales con respecto a la implementación en los modelos que ya venían de las versiones anteriores, que son: revisión, evaluación y modificación.

Para los modelos de crecimiento y mercado los cuales estaban realizados en Dinámica de Sistemas, se realizó una comparación de cada modelo contra una base de datos, En los cuales se utilizaron para enriquecer los modelos existentes y se mejoraron el realismo de la simulación, una vez se tendrían las versiones enriquecidas de estos modelos se ejecutó la simulación para luego realizar la revisión y evaluación.<sup>16</sup>

### **4.4 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE AMBIENTES VIRTUALES**

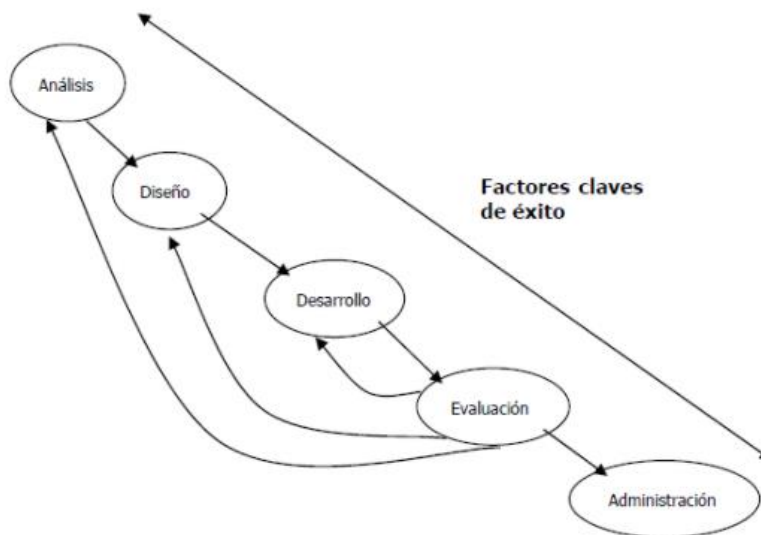
Como la metodología de ambientes virtuales de aprendizaje se propone y a su vez consiste en un proceso iterativo de varias fases, que se amplían con respecto a las de desarrollo de software, las cuales son: análisis, diseño, desarrollo, evaluación y administración. “Durante cada una de estas fases, se plantea una serie de factores claves de éxito que expone Galvis en los procesos OLL&T, estos factores son críticos para el éxito del sistema y no se deben descuidar con el fin de evitar que este fracase.”<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> ANDRADE SOSA, Hugo Hernando; DYNER R, Isaac; ESPINOSA, Angela; LÓPEZ GARAY, Hernán y SOTAQUIRA, Ricardo. Geomorfología del pensamiento Sistémico. Bucaramanga: Ediciones Universidad Industrial de Santander. 2001.

<sup>17</sup> MENDOZA B., Patricia; GALVIS P., Alvaro. AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE: UNA METODOLOGÍA PARA SU CREACIÓN En: Informática Educativa. Bogotá: UNIANDES – LIDIE, 1999, vol. 12, nro. 2, p. 295-317.

Figura 5. Ambientes virtuales de aprendizaje: Una metodología para su creación.



Fuente: MENDOZA B., Patricia; GALVIS P., Alvaro. AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE: UNA METODOLOGÍA PARA SU CREACIÓN En: Informática Educativa. Bogotá: UNIANDÉS – LIDIE, 1999, vol. 12, nro. 2, p. 295-317.

En el proceso se realizó un breve análisis sobre las versiones anteriores y se avanzó directamente a la fase de diseño la cual consistió en agudizar aspectos agradables y compatibles al usuario, que facilitaron el uso del ambiente virtual.

Para el desarrollo se enfocó en afinar el rendimiento del ambiente virtual de tal manera que su despliegue fuera más rápido y accesible a máquinas con bajos recursos, montar lo asociado al material bibliográfico que servía para facilitar la transición entre lo teórico y lo práctico-virtual. Siguiendo con la fase de evaluación, se evaluaron los parámetros objetivos del proyecto para revisiones, correcciones y últimos detalles que a su vez permitió la documentación y sugerencias para futuras versiones.

Terminando con la fase de administración se dejó toda la información y documentación requerida para el mantenimiento y actualización de futuras versiones.

## 5. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 5.1 EVALUACIÓN PESCO VERSIÓN 3.0

La evaluación de la versión anterior de PESCO 3.0 se inició a partir de la metodología de desarrollo evolutivo en el primer ciclo, para la validación de este software, se tomó la metodología de ingeniería de software en las ramas de pruebas de software y mantenimiento de software.

Se realizó la evaluación principalmente al componente virtual de PESCO juego serio en cuatro aspectos fundamentales: el componente gráfico y de usabilidad del juego, el rendimiento funcional del juego, los modelos en evolución que toma de base el juego y la relación con el código fuente.

**5.1.1 Componente gráfico y usabilidad del juego.** Durante la evaluación del componente gráfico de PESCO 3.0 se inició desde la experiencia percibida por los profesores y estudiantes usuarios a la hora de ejecutar el juego. Se ejecutó el juego en un computador con Windows 10 y se inició una sesión por niveles para comenzar la experiencia desde cero.

Ilustración 1. Menú de PESCO 3.0



Ilustración 2. Menú de PESCO 3.0 – Sesiones.

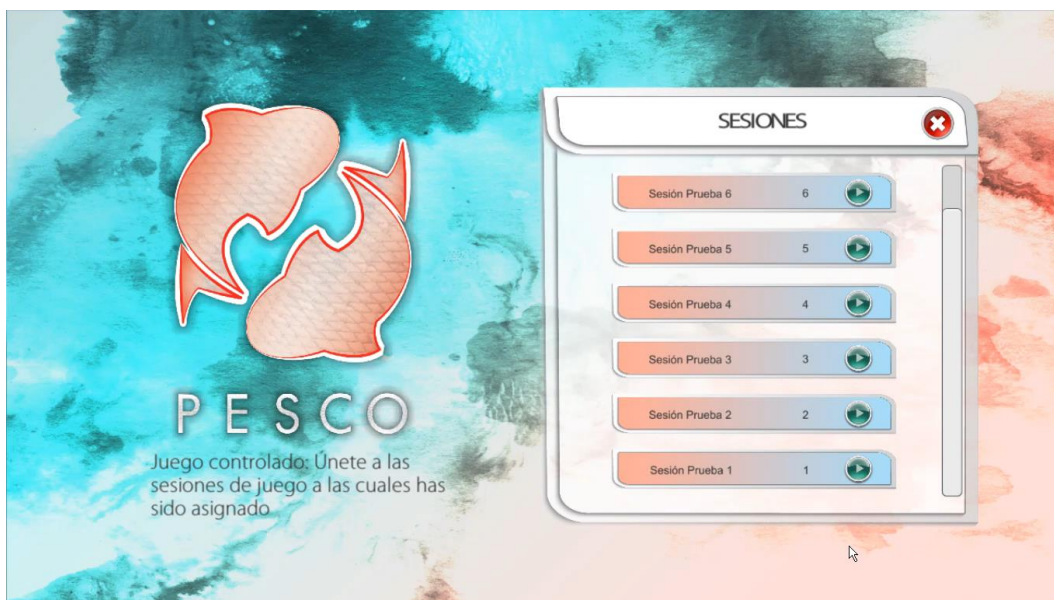
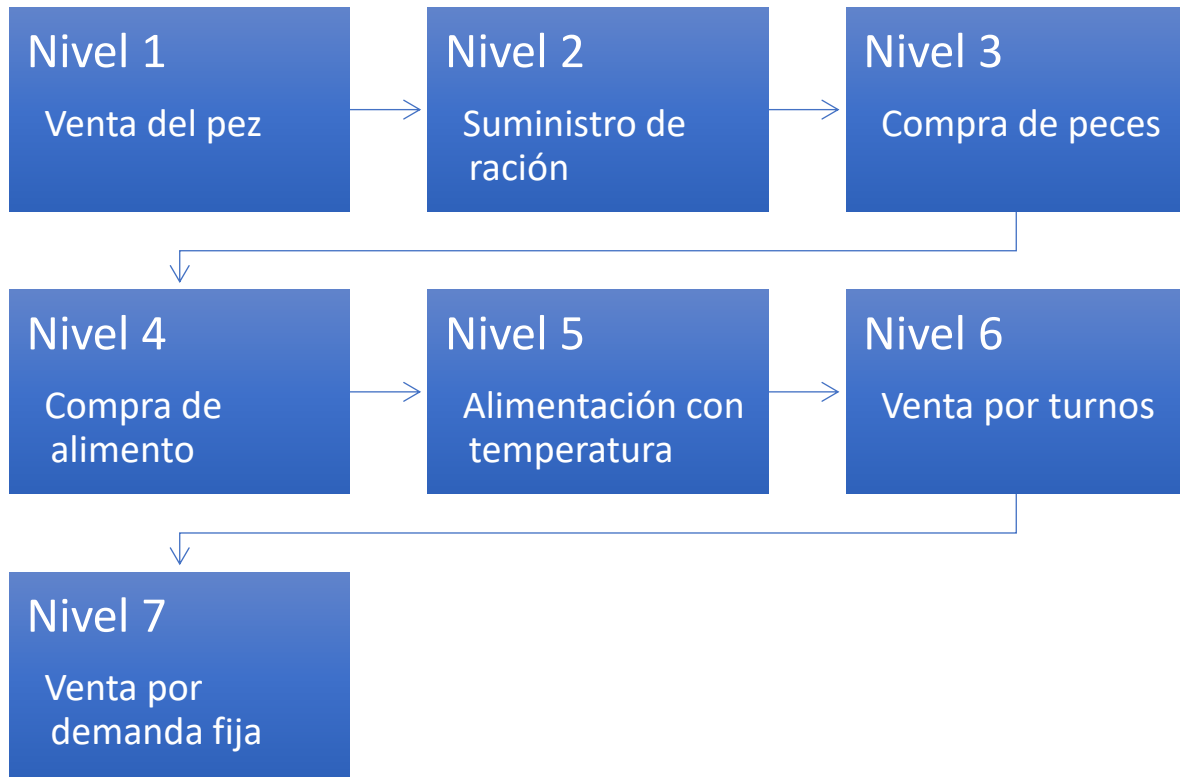


Figura 6. Decisiones a lo largo del juego PESCO 3.0



Tomando en cuenta las experiencias de los usuarios, a través de los comentarios que se obtuvieron en los formularios con preguntas correspondientes a una evaluación de experiencia a la hora de utilizar el juego serio, se destacó principalmente una usabilidad no amigable para el usuario, en la cual se remarcó que no había suficientes guías para indicar lo que tocaba hacer desde el nivel 1 y no se mostraba claramente visible el objetivo a cumplir en cada nivel, solo veían unas misiones pero no el objetivo como tal del nivel, por lo tanto los usuarios se perdían a la hora de desplazarse por el espacio virtual de la granja y no sabían o no recordaban cuando se terminaba el nivel.

Ilustración 3. Instrucciones 1 PESCO 3.0



Ilustración 4. Instrucciones 2 PESCO 3.0



Ilustración 5. Escenario PESCO 3.0

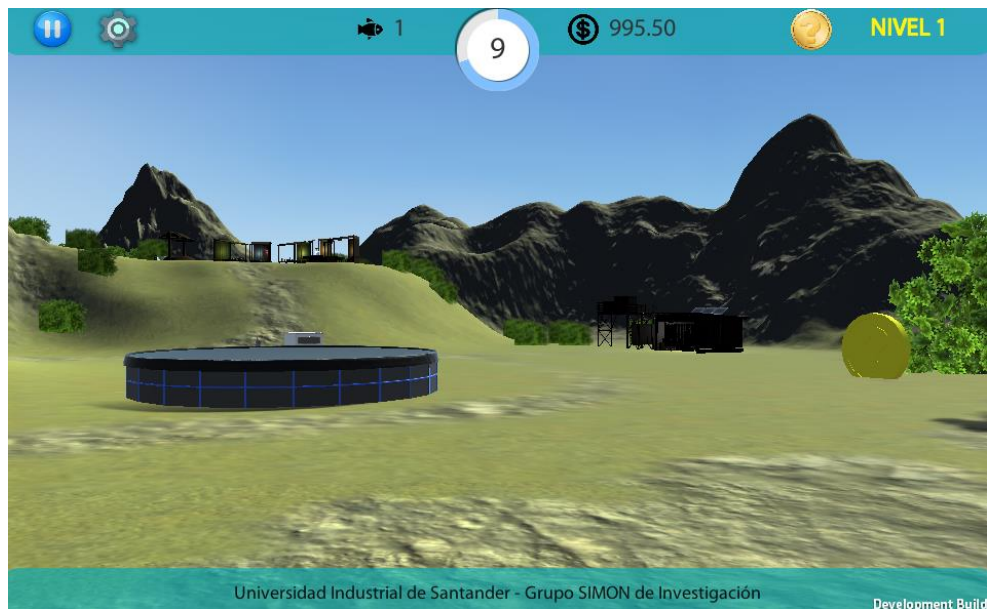


Ilustración 6. Misiones nivel 1 PESCO 3.0



Ilustración 7. Información de la producción del nivel 1 PESCO 3.0

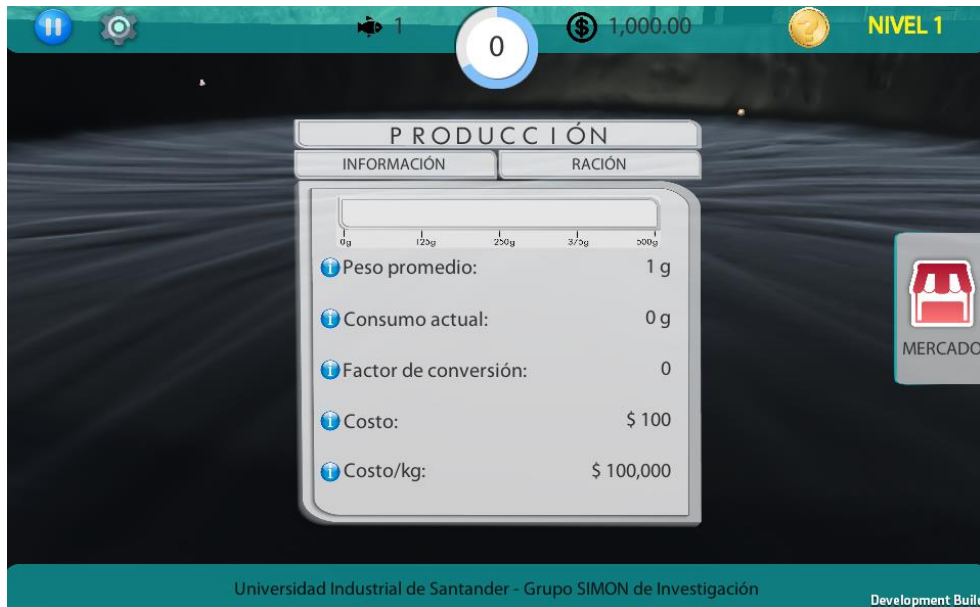


Ilustración 8. Información del mercado del nivel 1 PESCO 3.0



Por lo tanto, se tomó como requerimiento del resultado de las observaciones en la evaluación y se procedió a mejorar la usabilidad para que sea amigable con el usuario, se quitó la jugabilidad en primera persona que recorría la granja virtual, para que la

interacción principal del juego serio sea la producción de los peces en el estanque y la venta en el mercado, a través de ventanas fijas con vistas de los planos principales de la granja con el estanque y del mercado, las cuales pueden ser cambiadas de una a otra con solo un clic. También previamente antes de escoger el nivel, se agregó una pequeña información acerca del nivel y los objetivos a cumplir.

Finalmente, con respecto al tema gráfico mientras se realizó la evaluación, para remover carga en texturas al juego serio, se comprimieron para centrar las vistas en los planos principales de la granja con el estanque y el mercado.

**5.1.2 Rendimiento funcional del juego.** Se ejecutó la versión WEB de PESCO 3.0 en una máquina de baja gama con Windows 10 y con la guía de las metodologías de optimización necesarias, se optimizó para encontrar los puntos de mejora que la versión PESCO 4.0 puede ejecutar en cualquier equipo de gama baja en un entorno WEB.

A continuación, se priorizaron tres puntos de mejora que ayudaron a la optimización de la versión 4.0 los cuales se agregaron como requerimientos, estos puntos se trabajaron con una evaluación de lo que se tiene, optimizando y corrigiendo pequeños ajustes de ejecución, además el punto servidor-cliente, se agregó algo más apropiado para la ejecución del juego como es la API.

- PROCESAMIENTO GRAFICO:

Aunque el procesamiento grafico no era uno de los principales problemas de rendimiento en PESCO 3.0, se pudo lograr un mejor rendimiento intentando optimizar la cantidad de: polígonos, texturas, número de pixeles por segundo, entre otras. Para lograr que el juego se pudiera ejecutar en equipos de baja gama y cualquier navegador de este.

- PROCESAMIENTO LÓGICO:

Se propuso un cambio en la arquitectura de PESCO 3.0, el objetivo fue que el juego se ejecute en navegadores de equipos de baja gama, PESCO 3.0 puso énfasis en la parte del cliente, solo registrando los usuarios, los resultados de completar un nivel o variables de las cuales se puedan resumir partidas, en la evaluación se agregó complejidad al servidor, y se realiza ciertas tareas como el inicio de sesión, revisión de niveles y resultados a través de interfaz web administrador, además de utilizar el renderizado grafico solo para el estanque, liberando carga del cliente.

- SERVIDOR – CLIENTE:

Se menciono parte de los cambios que se realizaran en el procesamiento lógico para el servidor anteriormente, y además se diseñó una API para la interacción servidor-cliente, roles para los usuarios y autenticación por rol, se plantió una sección aparte para la administración de ciertos roles o campos relacionados a la página, esta sección está dirigida a un administrador web que mantendrá el sitio y ciertas tareas relacionadas a los usuarios. De esta manera se simplificó la comunicación y se obtuvo una pequeña optimización al rendimiento.

**5.1.3 Modelos en evolución base del juego.** Sobre la evaluación de los modelos se realizó con base en la metodología de modelado, que nos permitió conocer el uso de modelado y simulación con DS, lo cual utilizamos para corregir, ajustar y comparar los modelos usados como base del componente virtual, conocido como caja negra en la versión de PESCO 3.0.

Se utilizaron unas pruebas bajo premisas basadas en el libro Business Dynamics de Sterman<sup>18</sup>, estos modelos evaluados están realizados en torno a la DS y para abordar el

---

<sup>18</sup> D. STERMAN, John. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. USA: McGraw-Hill Higher Education, 2000, nro. 21, p. 843-890.

tema de la producción y mercadeo de la piscicultura en un estanque abierto y sobre tierra. Por lo tanto, para una revisión más concreta y detallada de la evaluación realizada a los modelos de PESCO 3.0, se documentaron en el Anexo A. que esta adjunto y se puede visualizar en la base de datos de la biblioteca UIS.

**5.1.4 Conclusión de la evaluación.** En base a la evaluación que se realizó y con los resultados obtenidos, se obtuvieron varios requerimientos que ayudaron al cumplimiento de los objetivos específicos del trabajo de grado. También se corrigieron varios errores sencillos que ayudaron a la mejora de la nueva versión, se cambiaron pequeñas cosas en la interfaz del componente virtual mientras se realizó la evaluación, los cuales no afectaban en gran medida la versión que se evaluaba y servían para la optimización de la nueva versión, además, se corrigieron código del desarrollo del componente virtual, que ayudaron a la optimización y ejecución de las funciones del componente virtual, por último, la corrección o ajuste de los modelos para que correspondieran a lo mostrado en el código de ejecución del componente virtual del juego serio.

**5.1.5 Requerimientos para el componente virtual de PESCO 4.0.** Se encontraron los siguientes requerimientos que se aplicaron al componente virtual con la evolución realizada de PESCO 3.0:

- Se mejorará la usabilidad del componente virtual con relación al usuario y se eliminará la jugabilidad en primera persona.
- Se agregará más información acerca de los niveles y los objetivos a cumplir en la selección de los niveles.
- Se actualizará las vistas de inicio para sean más intuitivas y fáciles de comprender para todos los usuarios.
- Se creará una API para la mejora de la carga del componente virtual y la base de datos actual.
- El componente virtual permitirá acceder más rápido a las vistas de mercado y estanque.

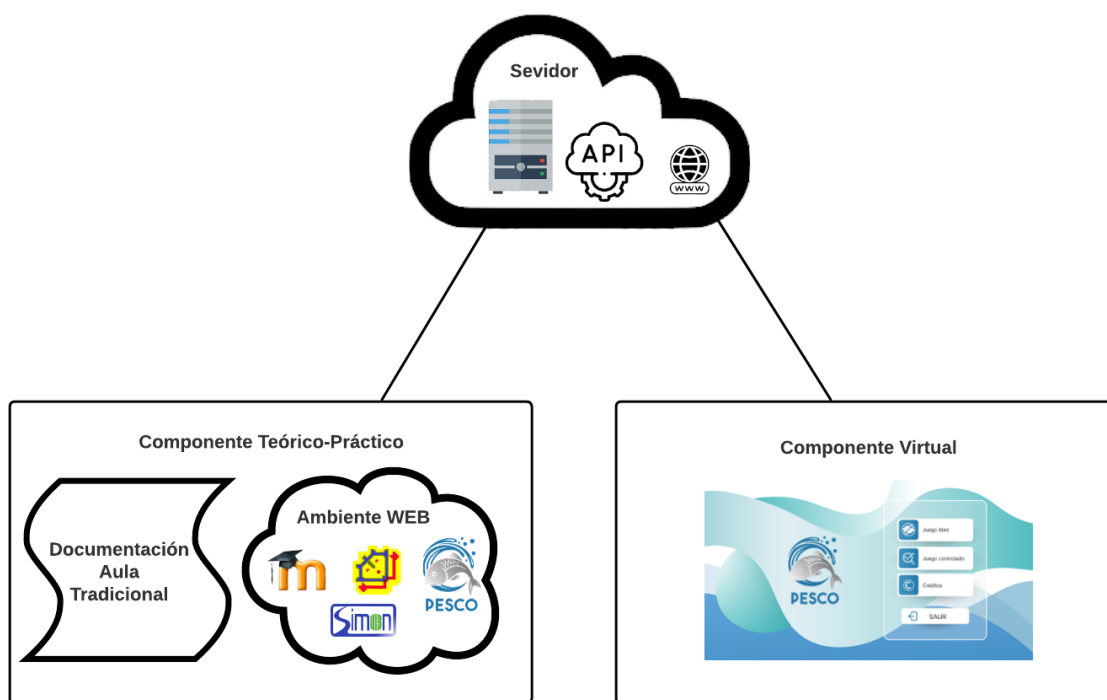
- El componente virtual debe lograr un mejor rendimiento optimizando la cantidad de polígonos, texturas y limitar el número de píxeles por segundo.
- El componente virtual debe lograr ejecutarse en equipos de baja gama y cualquier navegador.
- El componente virtual debe mejorar la comunicación con la API y el servidor para realizar ciertas tareas como iniciar sesión, revisión de niveles y resultados a través de interfaz web.
- El componente virtual debe utilizar el renderizado gráfico solo para el estanco, liberando carga del cliente.
- El componente virtual debe ser capaz de comunicarse perfectamente con la API para la interacción servidor-cliente.
- La API debe ser capaz de permitir la administración para mantener el sitio y permitir ciertas tareas a los usuarios.
- Se corregirá la funcionalidad de algunos modelos del componente virtual para mejorar la interpretación y simulación de este.
- Se ajustará las variables y funciones de algunos modelos del componente virtual para que correspondan y se comporten igual en el código de desarrollo de este.

## **5.2 DISEÑO GENERAL DEL AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE**

Con el propósito de diseñar el ambiente virtual de aprendizaje, se inició desde el concepto de aula ampliada o extendida el cual permitió acompañar y potenciar la propuesta de enseñanza y de aprendizaje, se agregó la tecnología del componente virtual el cual sirvió de medio para conectar la clase y la práctica real, llevando al intercambio de conocimiento teórico-práctico, por lo tanto, se diseñó el componente teórico-práctico para agrupar, dar soporte, ejecutar herramientas y servir de conexión. Los profesores que utilizaron este componente pudieron aportar sus conceptos teóricos a los estudiantes, los cuales procedieron al componente virtual que les permitió realizar prácticas de los conceptos teóricos, para luego ir a la práctica real y observar los resultados. Además, con el uso de

la metodología de ambientes virtuales de aprendizaje se agudizó en aspectos agradables y compatibles al usuario, facilitando el uso del ambiente virtual en computadoras con bajos recursos, acompañado del material bibliográfico de la teoría y de la práctica en el componente virtual. Siguiendo con la evaluación del proyecto para revisiones, correcciones y últimos detalles que permitió la documentación y sugerencias para futuras versiones. Por último, para la administración del ambiente se dejó toda la información y documentación requerida para el mantenimiento y actualización de futuras versiones.

Figura 7. Diseño General del Ambiente Virtual de Aprendizaje PESCO 4.0



**5.2.1 Diseño del componente teórico-práctico.** El diseño de este componente inicio desde cero, como solución a algunos objetivos de este trabajo de grado, se tomaron los conceptos del aula ampliada y se crearon algunos requerimientos que aportaron en gran medida en la parte teórica del ambiente virtual y sirvieron de conexión al componente virtual.

Requerimientos componente teórico-práctico:

- El componente teórico-práctico permitirá agrupar toda la información teórica y el acceder a ella, mediante el Moodle o en la sección de documentos del home.
- El componente teórico-práctico permitirá documentación, manuales y centro de ayuda para todo lo que compone el ambiente virtual de aprendizaje mediante la sección de documentos del home.
- El componente teórico-práctico permitirá el acceso y la ejecución de todas las partes que componen el ambiente virtual de aprendizaje para la producción y mercadeo piscícola pesco.
- El componente teórico-práctico permitirá la conexión con el componente virtual juego serio y con las otras partes que componen el ambiente virtual de aprendizaje para la producción y mercadeo piscícola pesco mediante la página Home.

A partir de estos requerimientos se planteó un esquema de funcionalidad de este componente y se creó un prototipo para la representación.

Figura 8. Diagrama de casos de uso del Componente Teórico-Práctico.

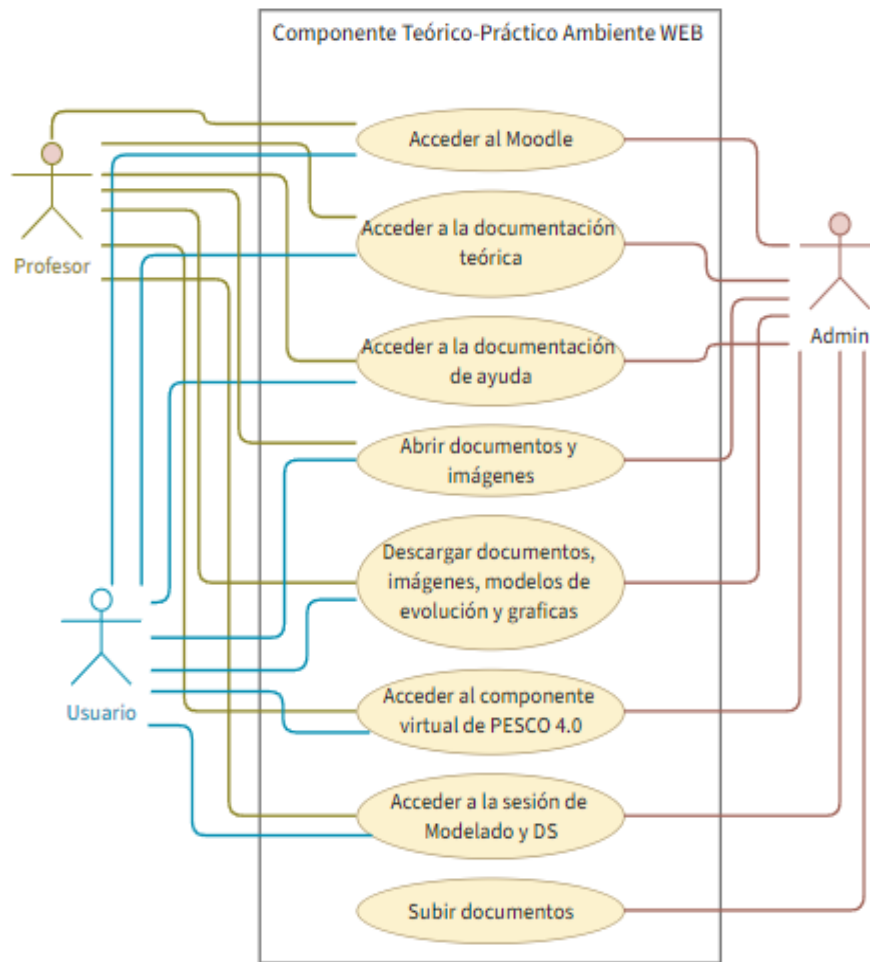


Ilustración 9. Prototipo Componente Teórico-Práctico en Adobe XD – Home.

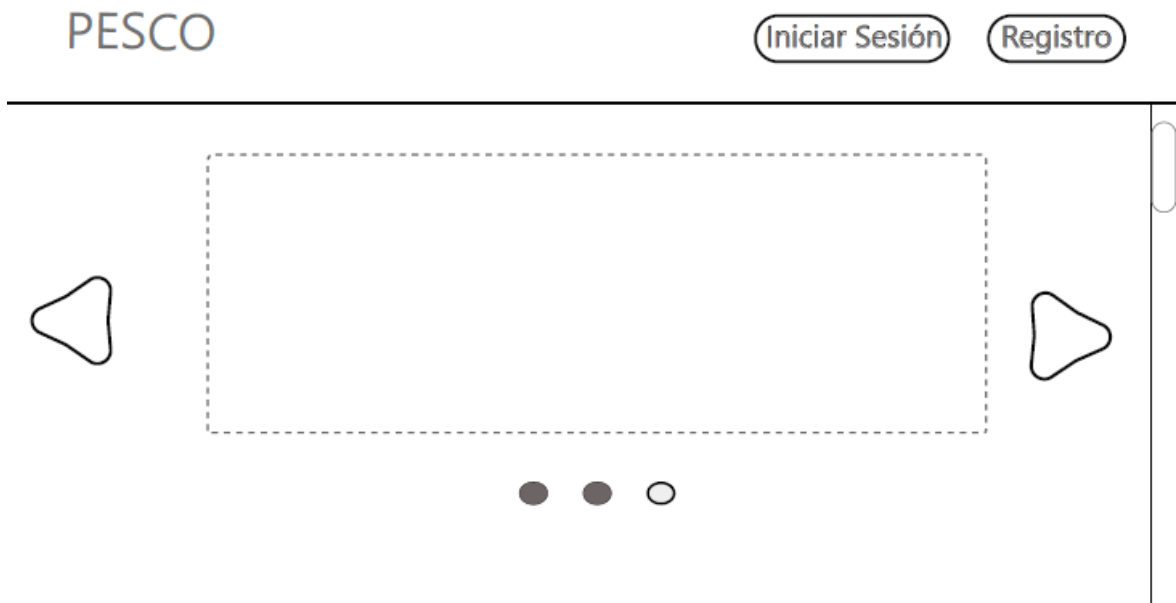
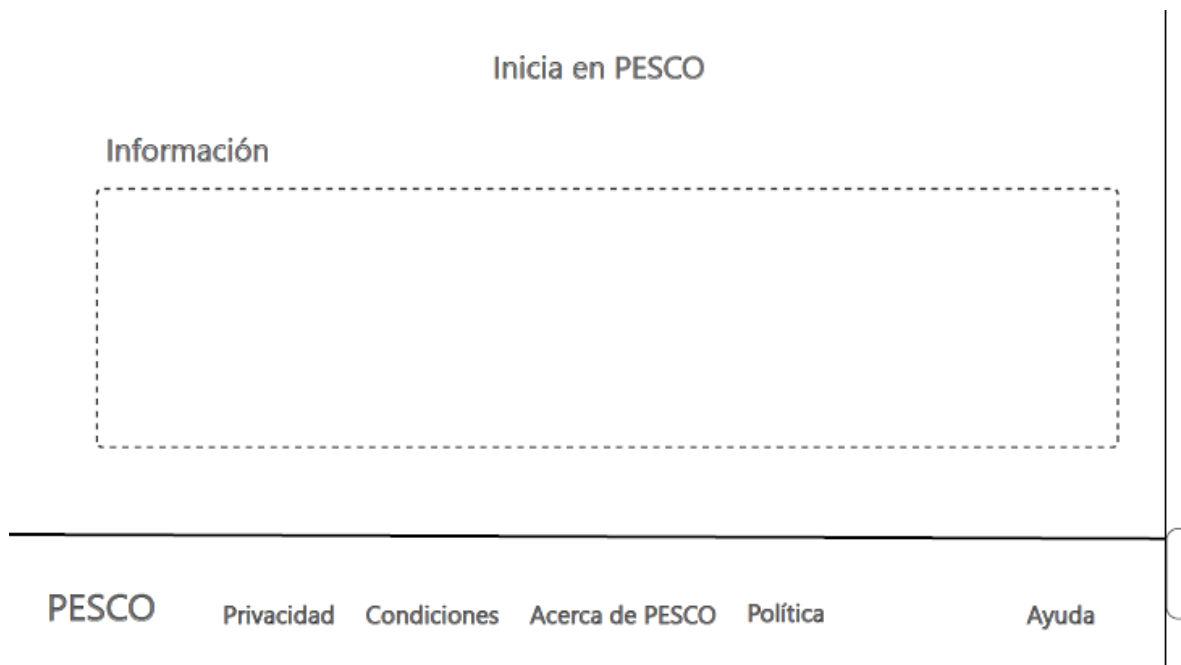


Ilustración 10. Prototipo Componente Teórico-Práctico en Adobe XD - Menú.



Ilustración 11. Prototipo Componente Teórico-Práctico en Adobe XD - Información.



**5.2.2 Diseño del componente virtual.** Durante el diseño del componente virtual, se comenzó a trabajar desde la versión anterior, con base a los requerimientos obtenidos desde la evaluación de ésta misma. Por lo tanto, se tomó estos requerimientos para representar algunas nuevas funcionalidades de este componente y adaptar en base a prototipos los nuevos requerimientos que se aplicaron para realizar esta nueva versión.

Figura 9. Diagrama de casos de uso del Componente Virtual.

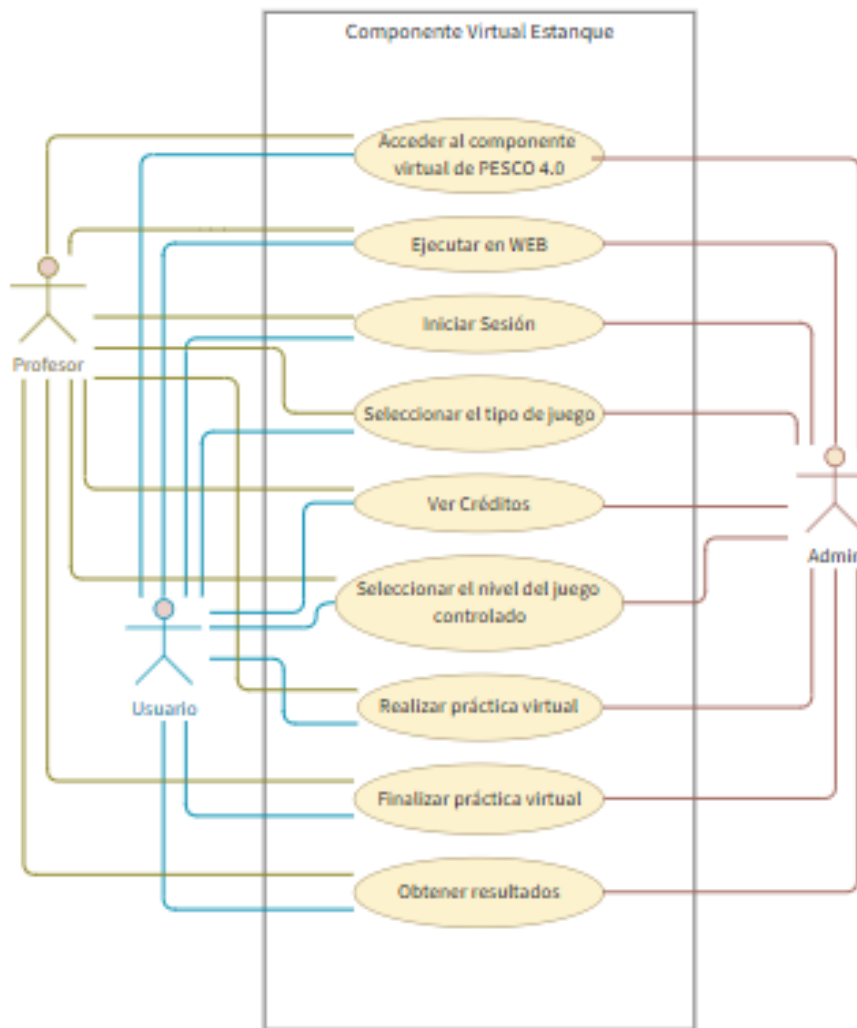
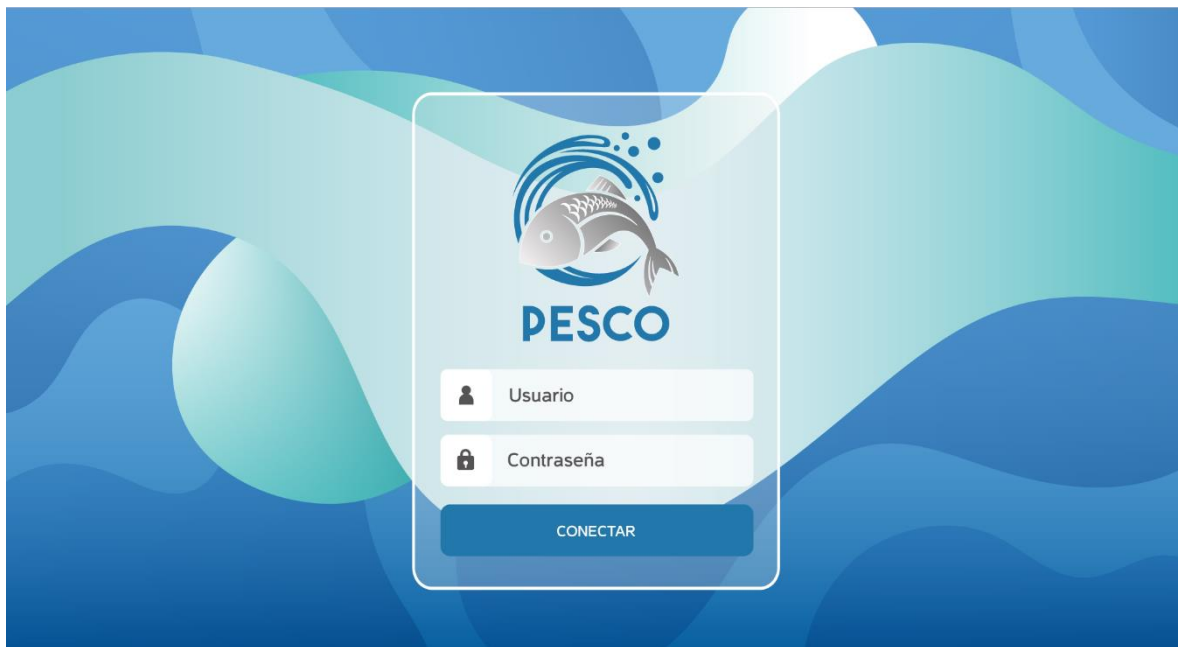


Ilustración 12. Prototipo Componente Virtual en Adobe XD – Inicio de Sesión.



### 5.3 COMPONENTE TEÓRICO-PRÁCTICO EN AMBIENTE WEB

Desde el diseño del componente teórico-práctico se propuso un ambiente web para dar solución a los requerimientos que se plantearon respecto a este componente, el ambiente web consiste principalmente del Home, el cual es una página web que sirve para brindar información correspondiente a todo el ambiente virtual de aprendizaje de PESCO 4.0, que además redirecciona a todas las partes que hacen parte del componente teórico-práctico y también ejecuta el componente virtual juego serio PESCO 4.0. El Home brindará conexión con la parte del Moodle para todo lo asociado a la clase teórica de piscicultura, además de brindar conexión a la documentación de todo el ambiente virtual de aprendizaje y a su vez redirigirá con la información de dinámica de sistemas que hace parte de PESCO 4.0. Por último, sirve de acceso al componente virtual juego serio al ejecutarlo en web y de dar conexión a la API que maneja los resultados del componente virtual administrados por los administradores y los profesores de la clase.

**5.3.1 Diseño página WEB.** Para el diseño de la página WEB, se trabajó desde el prototipo realizado en Adobe XD, que se utilizó en el diseño del componente teórico-práctico, se implementaron algunos de los requerimientos planteados en ese componente, por lo cual se agregó más funcionalidades que se empezaron a implementar en el desarrollo de un nuevo prototipo utilizando las siguientes herramientas para la Web, React y JavaScript/Typescript utilizados en la parte del frontend, también Django que se utilizó en el desarrollo del backend, además de Nginx para la conexión con la nueva API implementada que da soporte del componente virtual y su base de datos.

Ilustración 13. Prototipo Componente Teórico-Práctico en la WEB – Home.



## Ilustración 14. Prototipo Componente Teórico-Práctico en la WEB – Información 1.

### ¡Nuevo pesca!

Juego serio PESCO versión 4.0 funciona como un simulador de práctica, para la producción de piscicultura en un estanque de geomembrana, el cual ayuda a que se complementen las experiencias que se obtienen en la teoría y se mejore con los datos obtenidos a través de la práctica real del estanque de campo.



### Producción con estanque de geomembrana en forma cilíndrica

Piscicultura de tilapia roja llevada a cabo por el grupo de investigación SIMON en asociación con el IPRED, como parte del proyecto de investigación LAPIS. Se utiliza para intensificar la producción en los sistemas de recirculación, acuaponía y el biofloc. La ventaja de esta alternativa es que mientras en los sistemas tradicionales se siembran entre 1 y 5 peces por metro cuadrado, si se cosechan de 10 una libra, se obtendrían de 2 a 3 kilos por metro cúbico; mientras que, en tanques de geomembrana, con un diseño técnico adecuado y unos equipos de óptima calidad pueden lograrse hasta 100 kilos por metro cúbico. Se desarrolla en condiciones cuya temperatura promedio ambiente es entre 19° a 27°C, ubicada en una finca de Piedecuesta - Santander.

### Producción con estanque de geomembrana: alimentación

La alimentación es un factor importante en la cría de peces, como lo es en toda la producción animal. Además de la nutrición natural, los peces deben recibir comida balanceada, la cual debe estar acorde a las necesidades nutricionales de cada especie y principalmente a su peso y temperatura del agua. Por esa razón, el piscicultor debe aprender las técnicas de medición y pesaje apropiadas a cada especie y etapa del crecimiento, técnicas generalmente de operación manual y de impactos negativos para la productividad al ser aplicados.



## Ilustración 15. Prototipo Componente Teórico-Práctico en la WEB – Información 2.

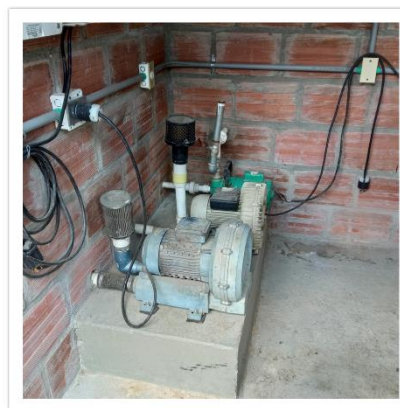


### Producción con estanque de geomembrana: sistema de aguas

Es importante que el agua no contenga contaminantes organofosforados, fertilizantes o agroquímicos, así como evitar agua contaminada con aguas negras. Se requiere un mínimo de 3.5 ppm (partes x millón) de oxígeno disuelto y la mayoría de las aguas disponibles lo tienen.

### Producción con estanque de geomembrana: sistema de aireación

En los últimos años se han implementado sistemas de recirculación de agua, y de aireación artificial. La oxigenación del agua, en especial en épocas de verano, y en horas de la noche por acción de las algas acuáticas, es uno de los factores más críticos para el desarrollo del cultivo, ya que aspectos como la oxidación de las proteínas, hidratos de carbono y grasas, requeridas para su desarrollo corporal, dependen del grado de aireación. Eventos como descomposición de residuos orgánicos no disueltos, heces, nubosidad y densidad de siembra, afectan el grado de oxígeno disuelto en el agua, y a pesar de ser la Tilapia más tolerante que otras especies, los bajos niveles de aireación (1,0 mg/l), les genera estrés que se traduce en presentación de patologías e incrementos de la mortalidad.



### Producción con estanque de geomembrana: sistema de monitoreo

Se monitorean tres elementos esenciales en la piscicultura nivel de Oxígeno, nivel de pH y temperatura, las cuales en el sistema de automatización se envían por protocolo LoRa al dispositivo de adquisición ubicado en la cabaña de monitoreo cerca de los estanques y se suben a través de una conexión a internet por html al servidor del grupo.

**5.3.2 Requerimientos para el ambiente WEB.** Los requerimientos obtenidos para el ambiente WEB son complementarios a los requerimientos del componente teórico-práctico y son aplicados solamente a la página WEB.

Requerimientos ambiente WEB:

- El ambiente WEB permitirá el acceso a toda la información teórica, mediante el Moodle o en la sección de documentos del home.
- El ambiente WEB permitirá el acceso a documentación, manuales y centro de ayuda para todo lo que compone el ambiente virtual de aprendizaje mediante la sección de documentos del home.
- El ambiente WEB permitirá el acceso y la ejecución de todas las partes que componen el ambiente virtual de aprendizaje (Moodle, juego serio PESCO 4.0 y diferentes pestañas del home).
- El ambiente WEB permitirá el acceso a la API para las vistas de administrador y profesor.

**5.3.3 Funcionalidades.** Las principales funcionalidades del ambiente WEB son brindar el acceso a todos los componentes del ambiente virtual de aprendizaje y el acceso a la información cargada con todo lo correspondiente al ambiente WEB. También se presentan otras funcionalidades para el mejor uso y funcionamiento del ambiente WEB las cuales son las siguientes:

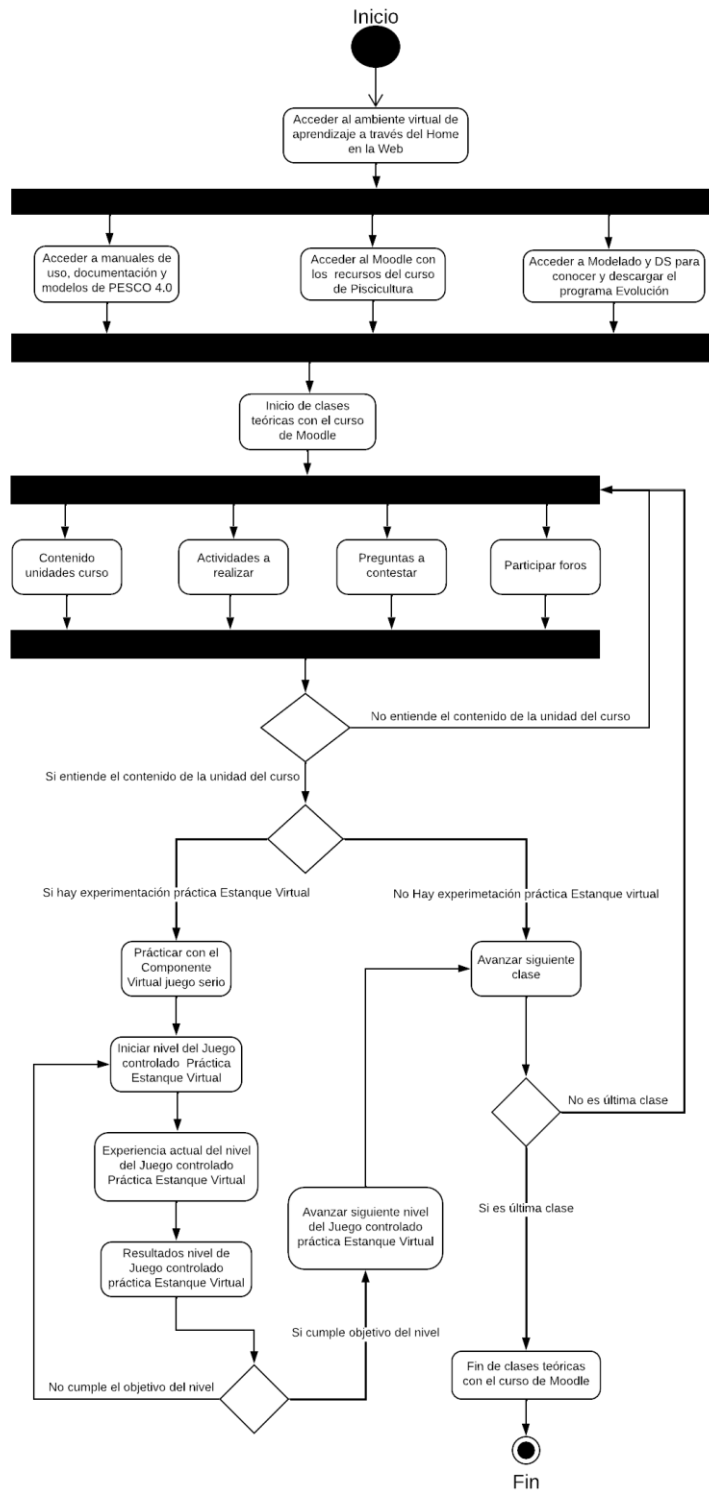
- **Legible:** El ambiente WEB está adaptado para su fácil lectura del texto y de todo el contenido visual en cualquier pantalla de ordenador.
- **Visualmente colorida e informativa:** El ambiente WEB tiene en cuenta tanto la sintonía como la armonía de los colores con respecto al tema del ambiente virtual de aprendizaje y propone colores amigables con el usuario para el uso intuitivo del ambiente WEB.
- **Enlazar:** El ambiente WEB enlaza de manera eficaz y rápida todo el contenido del ambiente virtual de aprendizaje con ayuda de pestañas de soporte para la redirección del Moodle, además del componente virtual de PESCO 4.0.

- **Uso rápido y practico:** El ambiente WEB permite el uso rápido y práctico de todas sus partes para acceder de manera intuitiva y sencilla a todo el contenido proporcionado permitiendo el uso eficiente para el usuario.

Para acceder al ambiente WEB y visualizar las funcionalidades establecidas puede ingresar a través del siguiente enlace: <https://simon.uis.edu.co/pesco/>

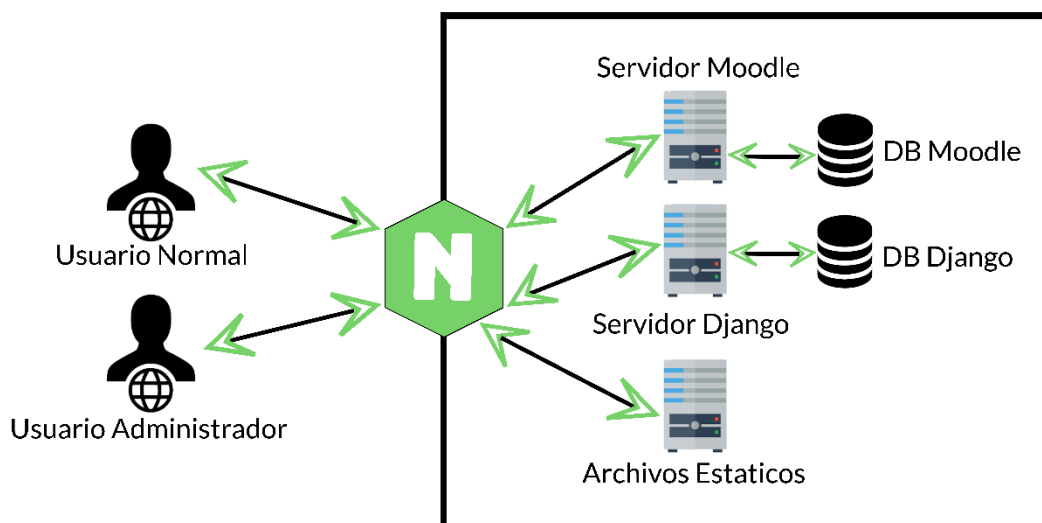
**5.3.4 Diagramas.** A continuación, se observa la figura con el diagrama de actividades del componente teórico-practico implementado en el ambiente WEB.

Figura 10. Diagrama de Actividades Componente Teórico-Práctico.



**5.3.5 Backend.** En el apartado del backend correspondiente al ambiente WEB, se estableció que el home no maneje datos y que todo este asociado a la API que guarda la información, principalmente todo el contenido de la API se definió en el código fuente con Django el cuál se puede observar a través del código Anexo B. `pesco_compose/backend/api` que se encuentra en la carpeta de Componente Teórico-Práctico de la documentación del libro, además de que el Moodle tiene su propia API externa, por lo tanto, todas las conexiones se realizaron por detrás usando Nginx y Django por medio de la configuración de despliegue mostrada en el Anexo C. `pesco_compose/App` y `pesco_compose/Moodle` ubicado en la carpeta de Componente Teórico-Práctico de la documentación del libro, por concerniente no aparecen en los endpoints, pero se logró representar la conexión a través de la siguiente figura:

Figura 11. Arquitectura de conexión ambiente Web.



**5.3.6 Frontend.** Para el despliegue del prototipo componente Teórico-Práctico en la WEB se realizó a través de los frameworks de React y JavaScript/Typescript que tienen el siguiente código de programación ubicado en el Anexo D. `pesco_compose/pesco_frontpage/public` y `pesco_compose/pesco_frontpage/src` ubicado en la carpeta de Componente Teórico-Práctico de la documentación del libro, a su vez al montar el Home en la WEB del componente Teórico-Práctico se realizó la conexión al

Moodle, en el cual se creó un servicio a través de una cuenta de administrador y se montó la Clase Teórica de Piscicultura del curso Sistema de Producción de Porcinos y Acuicultura, gracias a la guía didáctica dada por los profesores encargados del curso. También se dejó una pestaña para carga de documentación asociada al proyecto y modelos para el uso en la clase teórica. Por último, se creó el acceso asociado al grupo SIMON para acceder al software de modelado y el acceso al estanque virtual del componente virtual de PESCO 4.0.

Ilustración 16. Componente Teórico-Práctico implementado en el servidor de SIMON - Home.

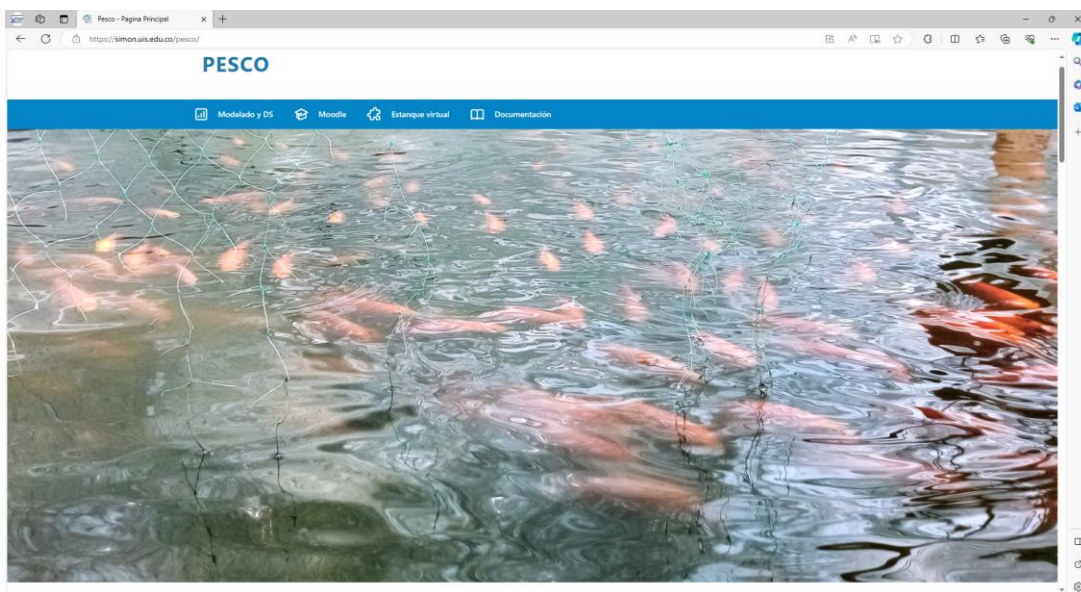


Ilustración 17. Componente Teórico-Práctico implementado en el servidor de SIMON – Home Información.



Ilustración 18. Componente Teórico-Práctico implementado en el servidor de SIMON – Moodle Curso Piscicultura.



## 5.4 COMPONENTE VIRTUAL EN UNITY

Con respecto al componente virtual de PESCO 4.0 se comenzó con todo lo planteado en los puntos anteriores de este libro, los resultados obtenidos de la evaluación de la versión PESCO 3.0, los requerimientos planteados en base a la evaluación y el diseño planteado para el desarrollo de esta nueva versión.

Por lo tanto, se inició con la mejora del rendimiento y la usabilidad para un mejor funcionamiento por parte de los usuarios, en base a los requerimientos para estas dos cualidades, se mejoró el rendimiento en cinco aspectos, dos de los cuales fueron con respecto a la mejora de los modelos y del código fuente del componente virtual, mientras que los otros tres aspectos se enfocan en comprimir las texturas y la carga del componente virtual en la WEB. Además, se mejoró la usabilidad haciendo que el modo de juego del componente virtual sea en primera persona, también se mejoró la interacción de los usuarios con los menús de inicio agregando más información y la jugabilidad del componente virtual realizando las acciones más rápido en el juego. Por último, se hizo la creación de la API con todas las mejoras planteadas en los requerimientos para mejorar la comunicación entre el servidor y el componente virtual, a su vez de la montura de la base de datos con todos los requisitos para la administración, soporte y mantenimiento del componente virtual.

Luego se agregó el nuevo diseño al componente virtual para la actualización de los menús, logo, sesión, niveles e iconos para la nueva versión con una temática ajustada a los usuarios y al tema del ambiente virtual de aprendizaje PESCO 4.0.

**5.4.1 Diseño del componente virtual 3d y 2d en Unity.** El diseño del componente virtual arrancó con las mejoras en los cambios de la usabilidad y en el comprimir de las texturas que se utilizaron, luego se propuso un prototipo con los ajustes para un cambio visual en el logo, inicio de sesión y los menús tanto en el principal como el de los niveles de juego. Después se dio paso a la implementación de los cambios visuales realizados en el

prototipo y su vez se actualizaron unas tablas e iconos en la jugabilidad del componente virtual.

Ilustración 19. Prototipo Componente Virtual en Unity – Inicio de Sesión.

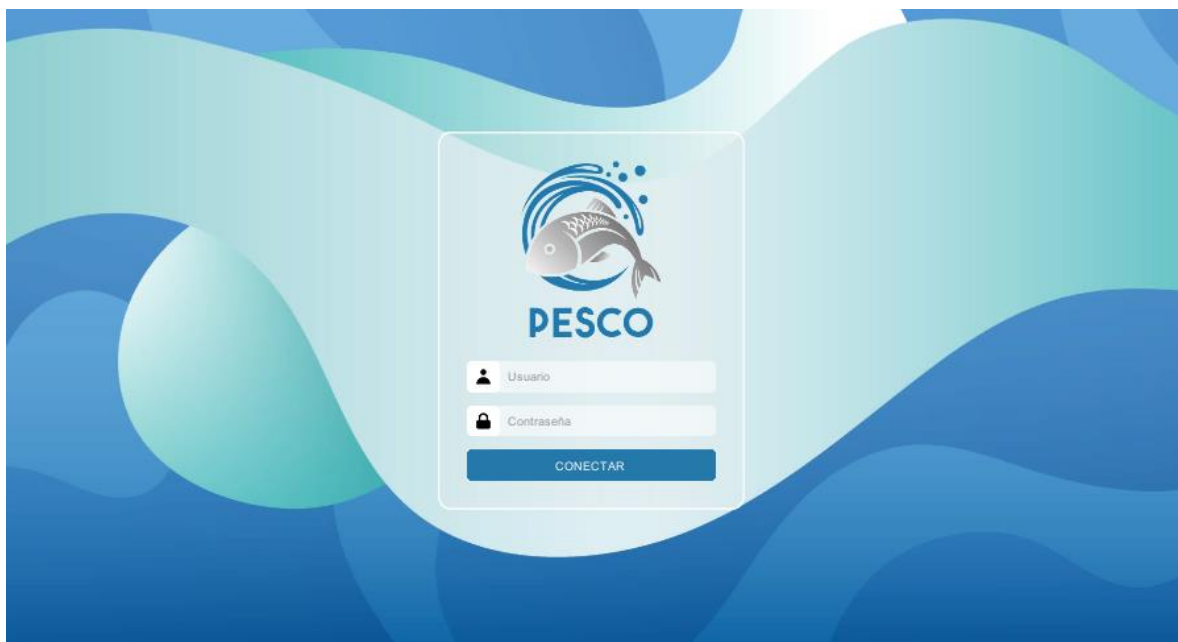


Ilustración 20. Prototipo Componente Virtual en Unity – Menú.



Ilustración 21. Prototipo Componente Virtual en Unity – Selección Niveles Juego Controlado.



Ilustración 22. Prototipo Componente Virtual en Unity – Estanque Nivel 1



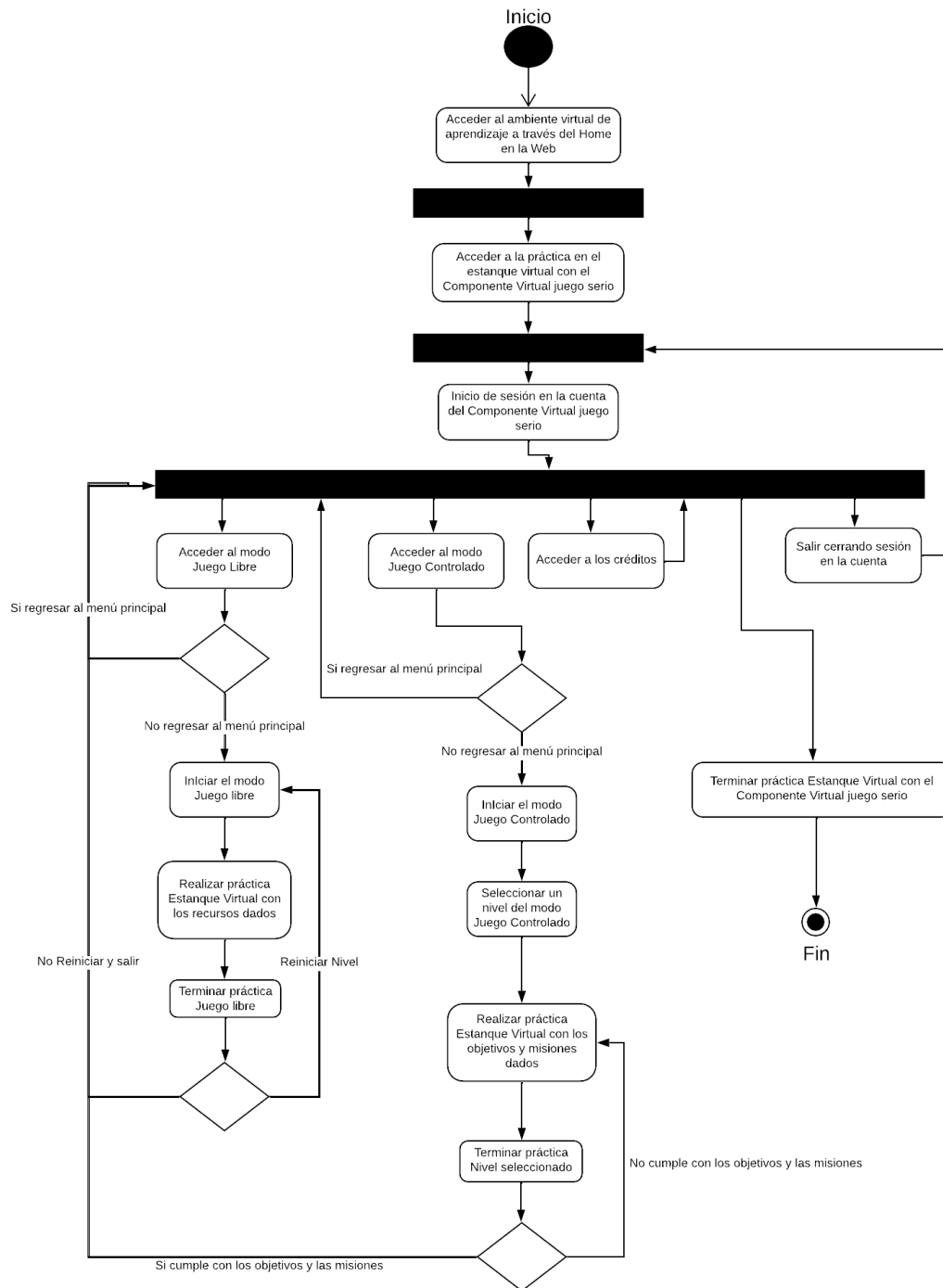
Ilustración 23. Prototipo Componente Virtual en Unity – Mercado Nivel 1



**5.4.2 Funcionalidades.** La principal función del componente virtual juego serio es la práctica de la piscicultura en un escenario controlado para la clase de piscicultura. Esta simulación recrea la producción en un estanque de la mojarra roja, la simulación cuenta con niveles de juego controlado mientras se va realizando el curso, avanzando en los conceptos que considera le gestión de la alimentación, la temperatura y el nivel de oxígeno en el desarrollo del curso, además presenta alternativas de participación en el mercado para la venta de la producción, con temáticas de mercado asociativo.

**5.4.3 Diagramas.** A continuación, se observa la figura con el diagrama de actividades del componente virtual implementado.

Figura 12. Diagrama de Actividades Componente Virtual



**5.4.4 Backend.** En el backend del componente virtual juego serio se comenzó con un servidor en Django para utilizar el ODM en los datos y para las autenticaciones con ayuda de Django; que sirvió para su gestión en el componente virtual, se utilizaron sesiones duplicadas con las implementadas en el Moodle, ya que funcionan con servicios separados por la administración de Moodle, por lo tanto a petición de los profesores se decidió controlar el acceso con cuentas creadas por los profesores e incluimos un dashboard de control que se utilizó para los niveles.

Endpoints

POST \login

usernamePost

passwordPost

Recibe datos como formulario y con el método POST, para autenticar al usuario.

POST \registro

username

email

password

Recibe datos como formulario, para registrar al usuario.

GET \sesiones [solo autenticado]

Devuelve las sesiones disponibles al usuario, si es administrador las devuelve todas.

POST \loaddata

POST \savedata

POST \saveventa

POST \savelevelwin

POST \deletedata

POST \mercado

GET \iterarModelo

**5.4.5 Frontend.** El despliegue del prototipo componente virtual en la WEB se realizó a través de la herramienta de compilación jumbo del motor Unity que permitió la construcción del paquete de WebGL aplicación, el cual se ejecuta con ayuda de la API con Django que contiene el estado del juego en la base de datos. A través del siguiente código de programación ubicado en el Anexo E. `pesco_frontpage/public/build` ubicado en la carpeta del Componente teórico-practico de la documentación del libro.

Ilustración 24. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Inicio de Sesión.

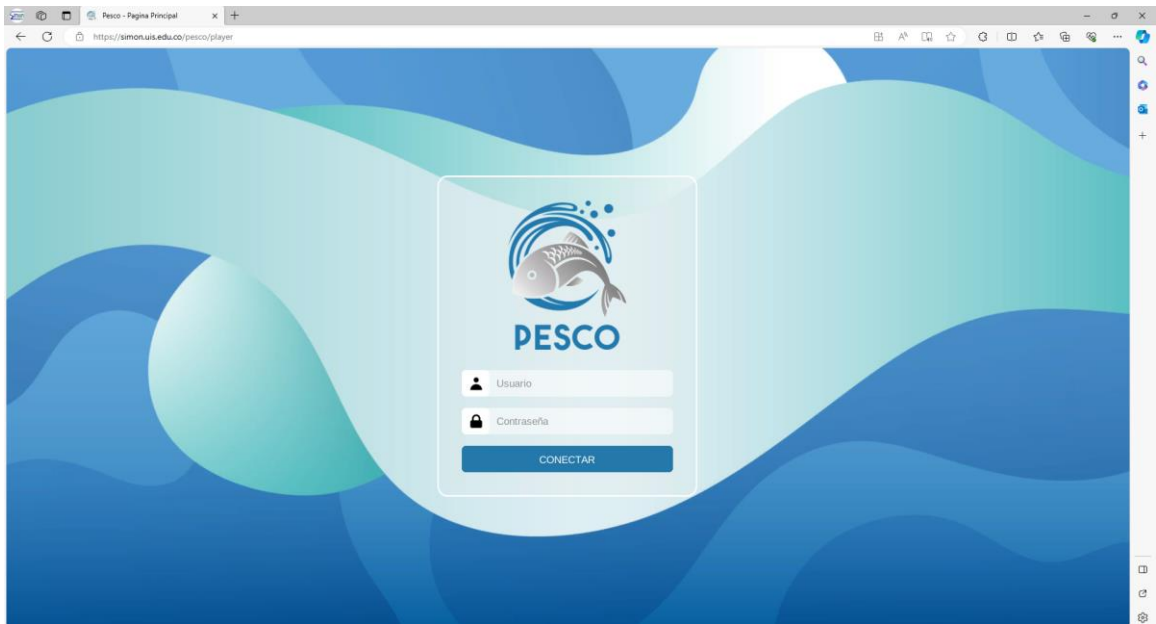


Ilustración 25. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Menú.

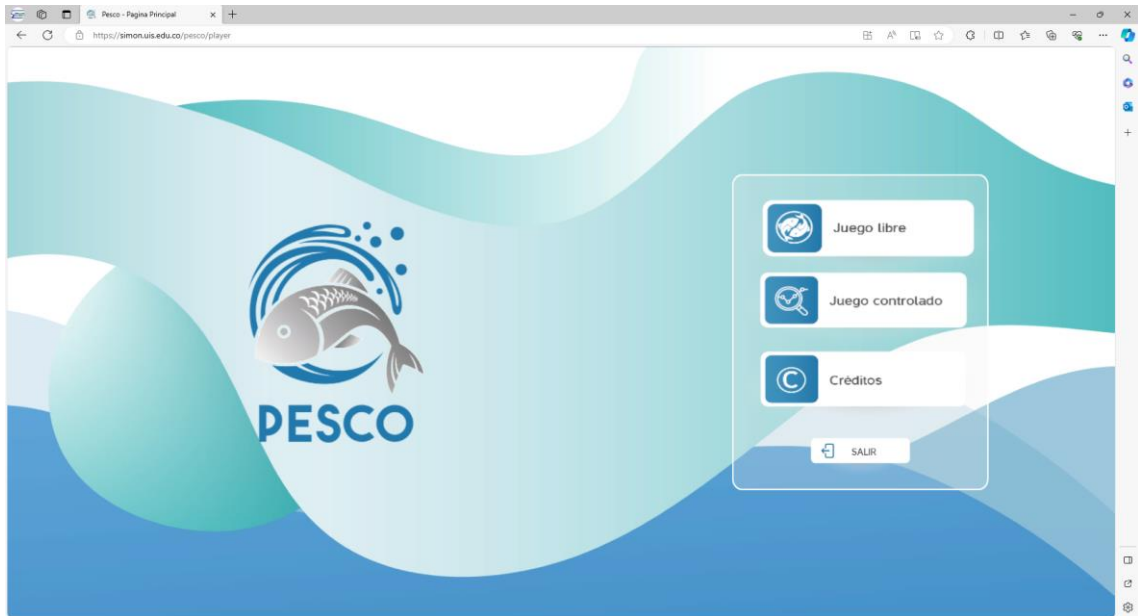


Ilustración 26. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Juego controlado.

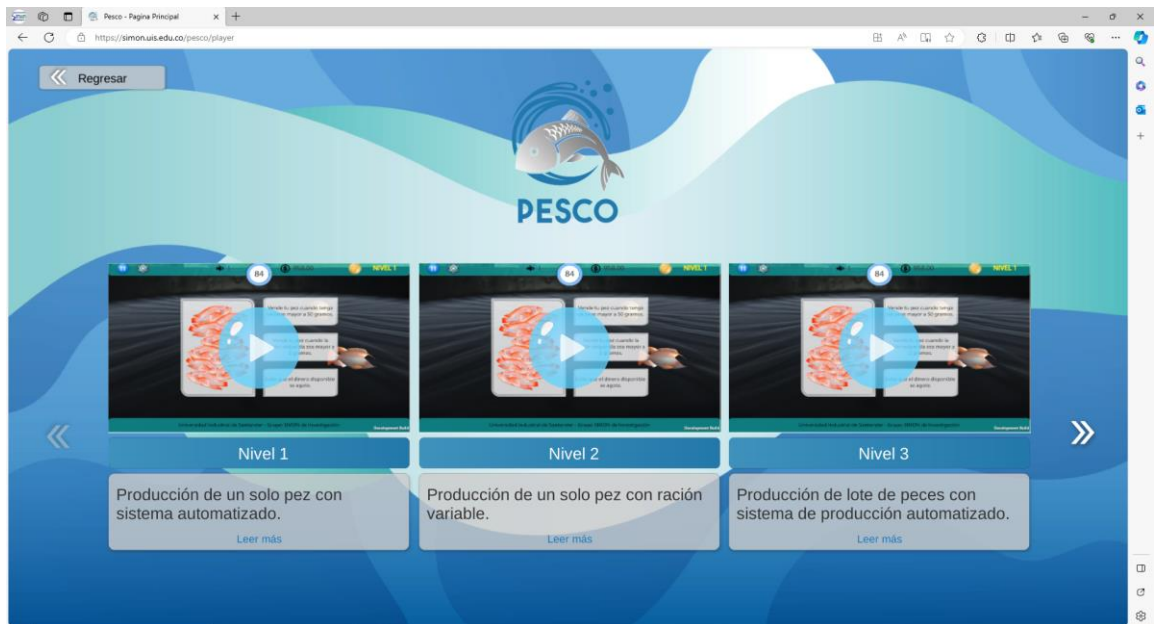


Ilustración 27. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Pantalla de carga.

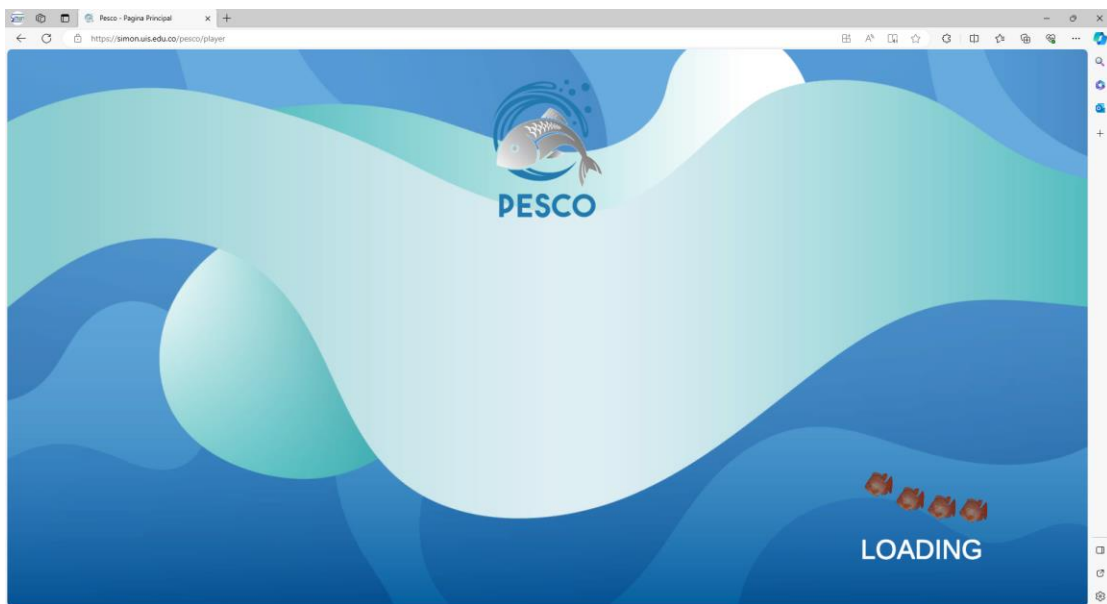


Ilustración 28. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Nivel 1 Instrucciones.



Ilustración 29. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Nivel 1 Información Estanque.

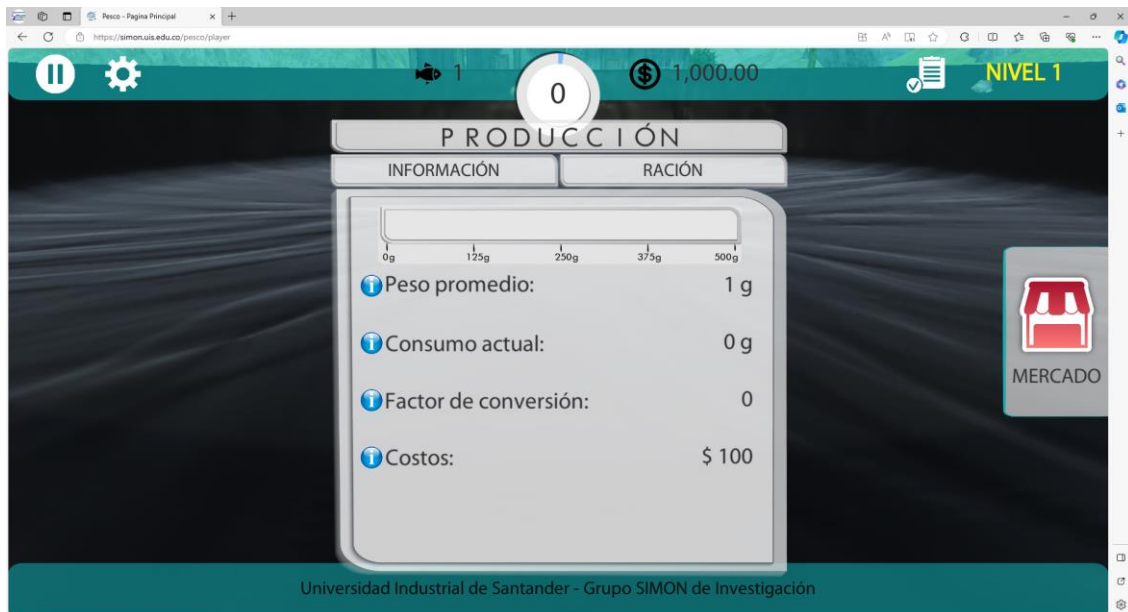
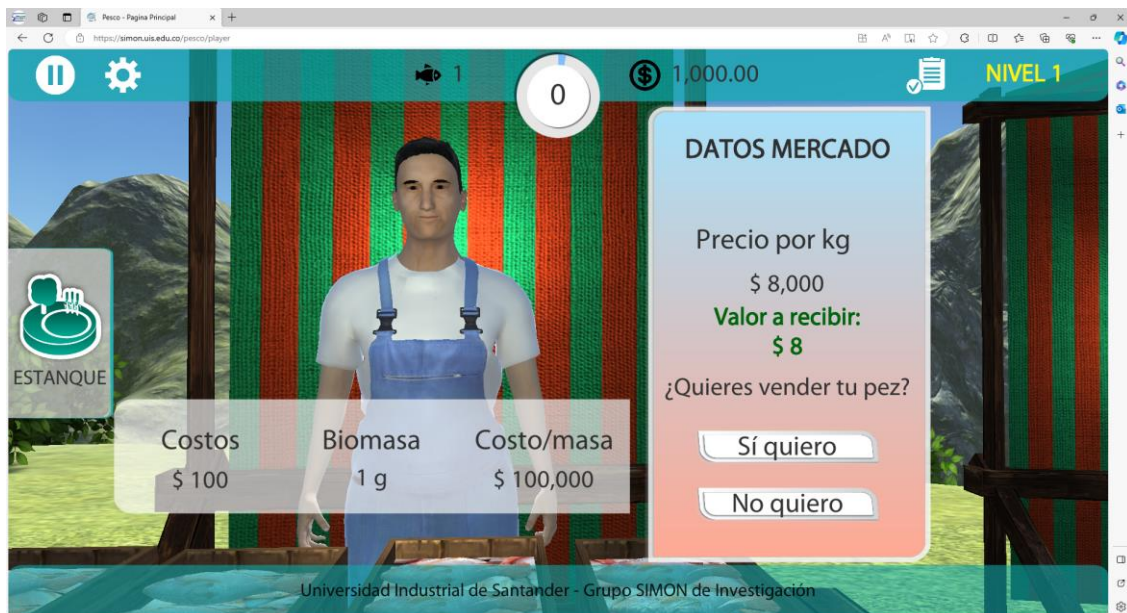


Ilustración 30. Componente Virtual implementado en el servidor de SIMON – Nivel 1 Información Mercado.



## 6. PRUEBAS

Se realizaron dos tipos de pruebas: de funcionalidad del software y de usuario. Las pruebas de funcionalidad tuvieron como propósito corroborar que las funciones establecidas para cumplir los requerimientos se pudieron realizar, en la ejecución del ambiente virtual de aprendizaje para la producción y mercadeo piscícola pesco versión 4.0 en la WEB del servidor de SIMON. Estas se realizaron con la ayuda del director del proyecto y el codirector, para una mejor observación ver Anexo F. Prueba de funcionalidad.

Las pruebas de usuario se establecieron con el diligenciamiento de un formulario y experiencias prácticas en el ambiente virtual de aprendizaje. Comenzando por preguntas donde se planteó el recorrido por el ambiente virtual de aprendizaje para la producción y mercadeo piscícola pesco versión 4.0, luego se realizaron preguntas con respecto al aspecto visual y se continuó con un ejercicio del nivel de Juego controlado en el componente virtual juego serio, en el cual se preguntó por el contenido visual y por la dificultad a la hora de realizar el nivel seleccionado. Además, se les pidió aportes o recomendaciones para la corrección de errores y para el desarrollo de una futura versión. Concluyendo, se indagó sobre las acciones realizadas por el usuario con la vista de las respuestas y se calificó ciertos aspectos del juego.

El formulario implementado para la prueba de usuario puede ser consultado en el Anexo G. Pruebas de usuarios.

## 7. CONCLUSIONES

Las tecnologías de desarrollo de software web permitieron la construcción de este AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO PISCÍCOLA PESCO VERSIÓN 4.0 el cual surge de la noción de aula ampliada, por lo tanto, ahora era posible la integración del componente teórico – práctico y el componente virtual, haciendo realidad el concepto de aula ampliada de clase en este curso de piscicultura inicialmente.

Los métodos de desarrollo que se utilizaron en la experiencia de usuario e interfaces gráficas aportaron al software desde el punto de vista del usuario, logrando que las tareas que previamente eran complejas se volvieron mucho más fáciles de entender, haciendo más fácil el transmitir conocimiento sobre la piscicultura.

Al iniciar con la evaluación de la versión previa, facilitó el asesoramiento de expertos en la producción piscícola, los cuales aportaron a las mejoras en los niveles del juego controlado, que concluyeron en los diseños de acuerdo con la estructura del contenido del curso Sistema de Producción de Porcinos y Acuicultura

En definitiva, los procesos de optimización utilizados para implementar en una aplicación 3D son variados y permitieron optimizar la aplicación de uso web, reduciendo el consumo de recursos que limitaba a los usuarios.

## 8. RECOMENDACIONES

En futuras versiones sería ideal poder agregar “mapas” (niveles adicionales) de manera personalizada (software para hacer "mods"), donde cada mapa es un nivel con su modelo de crecimiento de especie, misiones para cumplir y colección de datos respectivos.

Añadir un modo “tiempo real” donde la simulación del estanque pueda seguir realizándose incluso después de cerrar la aplicación, de tal manera que los usuarios puedan monitorear un estanque por largos periodos de tiempo durante los desarrollos del curso.

Añadir más especies de peces para cultivar, añadiendo diversidad al ambiente virtual.

Desarrollar la posibilidad de realizar simulaciones de múltiples estanques al mismo tiempo.

Agregar la posibilidad de no solo la producción y mercadeo, si no la experiencia de administrar una “granja” de peces donde se tenga en cuenta costos de agua, energía y otro tipo de costo adicional, de tal manera que la experiencia sea más cercana a una producción real.

## BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE, Hugo H. *et al. Geomorfología del pensamiento sistémico*. 1ra Edición Ediciones Universidad Industrial de Santander. 2001. 426 páginas. ISBN: 978-958-9318-78-2.

ANDRADE SOSA, Hugo Hernando; *et al. Geomorfología del pensamiento Sistémico*. Bucaramanga: Ediciones Universidad Industrial de Santander. 2001.

ANGARITA ZAPATA, Juan Sebastián, *et al. Ampliando procesos y espacios de aprendizaje en agroindustria con dinámica de sistemas*. En: Praxis & Saber Revista de Investigación y Pedagogía Maestría en Educación. Uptc. 30 de noviembre 2008. vol. 10, nro. 22. [Consultado: 20 de febrero de 2020]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6934574.pdf>. ISSN 2216-0159 E-ISSN 2462-8603

AKCAYIR, Murat, *et al. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature*. En: Educational Research Review. ELSEVIER. 5 de noviembre de 2016. vol. 20. [Consultado: 20 de febrero de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>. ISSN 1747-938X.

AUNAP. *Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia - PlaNDAS*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014. 84 páginas. ISBN: 978-95-85797-43-7.

BLANCO BUENO, Carlos. *Ingeniería del Software II 2011: Tema 01. Construcción y Pruebas de Software* [diapositivas]. Universidad de Cantabria. Santander. España. 2011. 85 diapositivas. [Consultado: 17 de junio de 2021]. Disponible en:

<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1408/course/section/1803/tema1-pruebasSistemasSoftware.pdf>

CABRA, Helman. *Piscicultura*. 1ra Edición. Norma, 2003. 222 páginas. ISBN: 95700000472.

D. STERMAN, John. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. USA: McGraw-Hill Higher Education, 2000, nro. 21.

GÓMEZ PRADA, Urbano Eliécer. *SARA: Videojuego para el aprendizaje agrícola soportado en Dinámica de Sistemas (DS)*. 6th Engineering, Science and Technology Conference Proceeding. 2017. Panamá: KnE Engineering.

ISO. *ISO/IEC 14764:2006* [en línea]. 2 Edición. ISO International Standard Organization. 2006-09. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/39064.html>.

Mendoza B., Patricia, *et al.* *Ambientes virtuales de aprendizaje: una metodología para su creación* En: *Informática Educativa*. Bogotá: UNIANDES – LIDIE, 1999, vol. 12, nro. 2.

NAVARRO Mateo, *et al.* *Aplicación de Open HMI Tester como framework open-source para herramientas de pruebas de software*. En: REICIS. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*. Madrid, España: Asociación de Técnicos de Informática, diciembre-enero, 2009, vol. 5, nro. 4. E-ISSN 1885-4486.

PRESSMAN, Roger S. *Ingeniería del Software*. 7ma Edición. Mc Graw-Hill Interamericana Editores, 2009. 777 páginas. ISBN: 978-607-15-0314-5.

RAJA PRADO, Elena. *Casi todas las pruebas del software*. En: *Actas de Talleres de Ingeniería del Software y Bases de Datos: PRIS 2007: Taller sobre Pruebas en Ingeniería del Software* [en línea]. Zaragoza: Editor Javier Tuya, septiembre, 2007, vol. (1), nro. (4).

[Consultado: 17 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sistedes.es/files/actas-talleres-JISBD/Vol-1/No-4/PRIS07.pdf>. ISSN 1988-3455.

TSOLAKIS, Naoum; SRAI, Jagjit Singh. *A System Dynamics Approach to Food Security through Smallholder Farming in the UK*. En; CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS. AIDIC. 2017. vol. 57. p. 122 – 138. [Consultado: 20 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.aidic.it/cet/17/57/338.pdf>. ISBN 978-88-95608- 48-8; ISSN 2283-9216

## **ANEXOS**

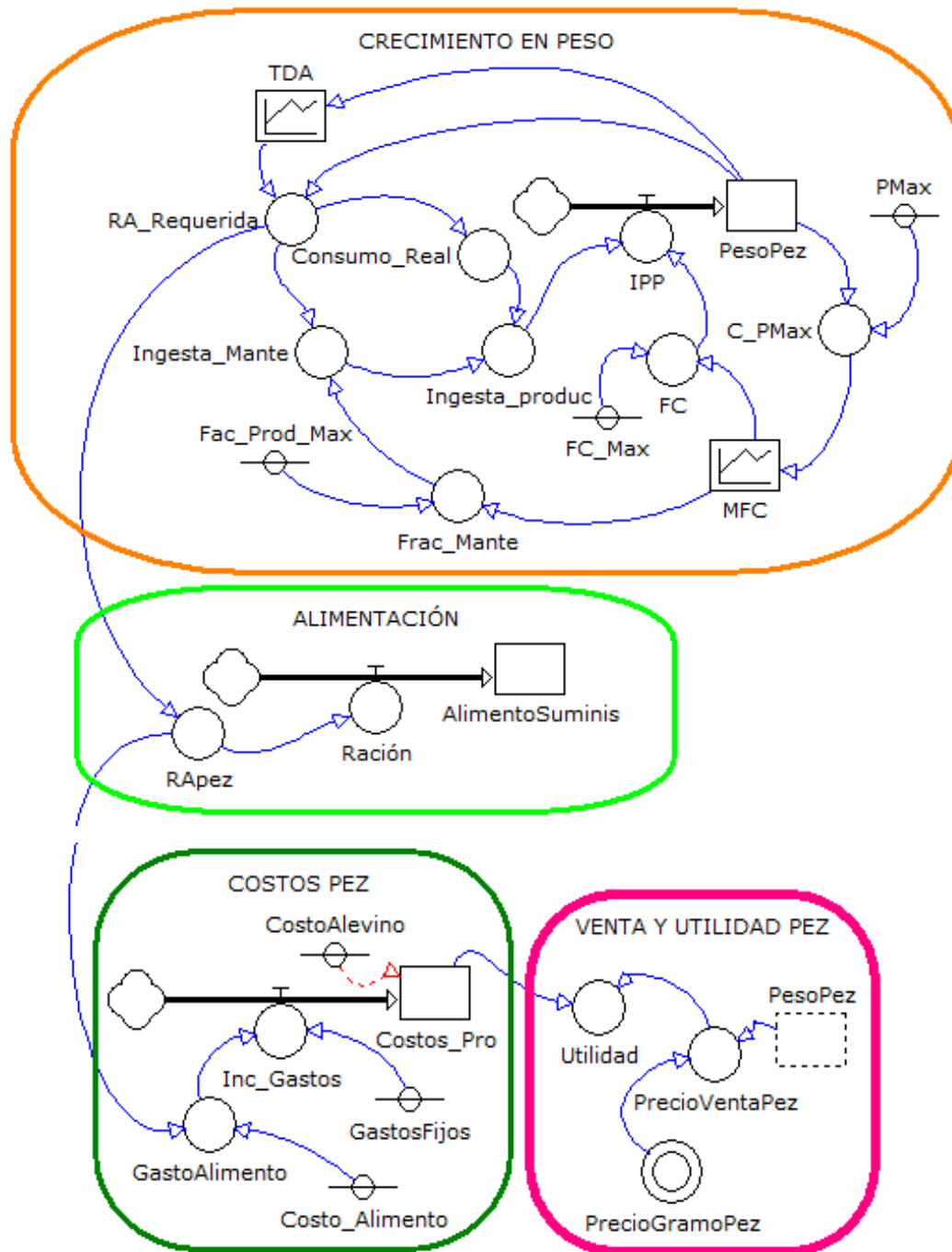
### **Anexo A. Prueba de los modelos del ambiente virtual de aprendizaje pesco.**

Se presenta en este documento las pruebas de evaluación realizadas a los modelos del juego serio para el aprendizaje de la piscicultura PESCO, usados en la versión 3.0 del software del ambiente virtual de aprendizaje PESCO, estas pruebas se llevaron a cabo bajo premisas basadas en el libro Business Dynamics, capítulo 21: Verdad y Belleza, Validación y Prueba del Modelo. Los modelos evaluados están realizados en torno a la dinámica de sistemas y para abordar el tema de la producción y mercadeo de la piscicultura en un estanque abierto y sobre tierra.

#### **PRUEBAS MODELO PRIMER NIVEL**

A continuación, se muestra el diagrama de flujo-nivel por sectores del modelo del escenario del primer nivel, en el espacio controlado para el juego serio usado en la tercera versión del software PESCO (Puede ver este nivel en el archivo de evolución llamado: Primer Nivel PESCO.mev), este recrea el crecimiento de un pez en un estanque con un sistema automatizado en condiciones ideales, con una ración de alimento predefinida para cada día, en el cual el jugador observará el crecimiento del pez durante el transcurso del tiempo hasta tomar la decisión de venderlo.

Figura 13. Primer Nivel PESCO modelo Evolución.



**NOTA 1:** En este modelo del primer nivel se realizó un ajuste de este con respecto al modelo de PESCO 3.0 antes de iniciar la evaluación, porque no se agregaba a los costos

totales las raciones diarias de alimento que se suministraba al pez y no se mostraba correctamente la utilidad en el nivel con respecto al software del juego serio, ya que la venta no se acumulaba y solo al vender el pez se termina el nivel.

## **PRUEBA DE SUFICIENCIA DE LOS LÍMITES PRIMER NIVEL PESCO**

Esta es la primera prueba que se presenta en el texto de Sterman para la evaluación del modelo, para esto usamos la herramienta presentada en el Capítulo 3 del mismo libro<sup>19</sup>, consiste en presentar una tabla con las variables divididas en exógenas, endógenas y jugar con estas, también tener en cuenta las variables excluidas del modelo que puedan llegar a ser útiles para un nuevo prototipo del modelo.

Para probar los límites del modelo hay que revisar el propósito que tiene el modelo dentro del proyecto, en el caso del primer nivel del espacio controlado se tenía: “Entender en términos muy generales como crece un pez y cuál es su tendencia de crecimiento con respecto al alimento suministrado, también tener en cuenta el peso del pez y del costo de producción. En función de esto se tiene apoyo para la toma de decisiones para finalizar al vender el pez.” (Versión 3.0 PESCO)

A continuación, se muestra un resumen que nos presentó evolución del modelo, y da una visión general de lo que lo compone el modelo actual, sin embargo, este no hace la diferencia entre las variables exógenas y endógenas puesto que todos los parámetros son variables exógenas porque simplemente afecta el modelo, pero no permite que llegue información y la demás son endógenas.

---

<sup>19</sup> STERMAN, John D. Op. cit.

Figura 14. Estadísticas del modelo primer nivel PESCO modelo Evolución.

Número de Ítems			
Parámetros	6	Exogenas	1
Niveles	3	SubModelos	0
Flujos	3	Clones	1
Retardos	0	<hr/>	
Tablas	2	<b>Total Elementos</b>	27
Auxiliares	11	<b>Sectores</b>	5
		<b>Relaciones</b>	28

Tabla 1. Representación variables endógenas y exógenas primer nivel PESCO.

VARIABLE	ENDOGENA	EXOGENA
PesoPez	X	
IPP	X	
PMax		X
C_PMax	X	
FC	X	
FC_Max		X
MFC	X	
TDA	X	
RA_Requerida	X	
Consumo_Real	X	
Ingesta_Mante	X	
Ingesta_produc	X	
Fac_Prod_Max		X
Frac_Mante	X	
Ración	X	
RApez	X	
AlimentoSuminis	X	
CostoAlevino		X
Costos_Pro	X	
Inc_Gastos	X	
GastosFijos		X
GastoAlimento	X	
Costo_Alimento		X
Utilidad	X	

<b>VARIABLE</b>	<b>ENDOGENA</b>	<b>EXOGENA</b>
Venta	X	
PrecioVentaPez	X	
PrecioGramoPez		X

## **PRUEBA DE ESCENARIO PRIMER NIVEL PESCO**

Se hizo la prueba del escenario para analizar el comportamiento del primer nivel en el software como en el modelo de evolución, arrojando los mismos datos al calcular la simulación, a continuación, este escenario se ejecutó y se presentan algunas variaciones en el modelo usando la herramienta evolución ya que esta permite graficar más variables, esto para demostrar el correcto funcionamiento del modelo.

Tabla 2. Escenario Primer Nivel PESCO.

<b>Pez</b>	<b>Peso pez</b>	<b>Alimento consumido</b>	<b>Costos</b>	<b>Venta</b>	<b>Precio gramos pez</b>
1	1 g	0 g	10	0	8

## **RESULTADOS PRIMER NIVEL PESCO**

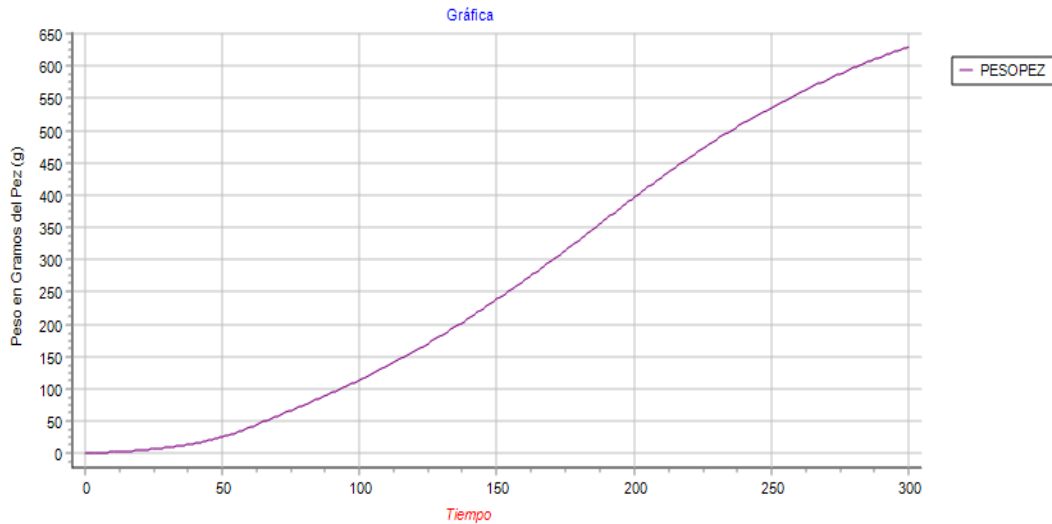
Se corrió el anterior escenario en el software mostrando hasta la iteración del día 250 para superar los 500 gramos del peso del pez, se muestran los siguientes resultados:

Ilustración 31. Escenario Primer Nivel PESCO en el componente virtual.



Ahora comparamos el resultado del software con el modelo en evolución para comprobar que estamos usando el mismo modelo y que de forma general funciona bien.

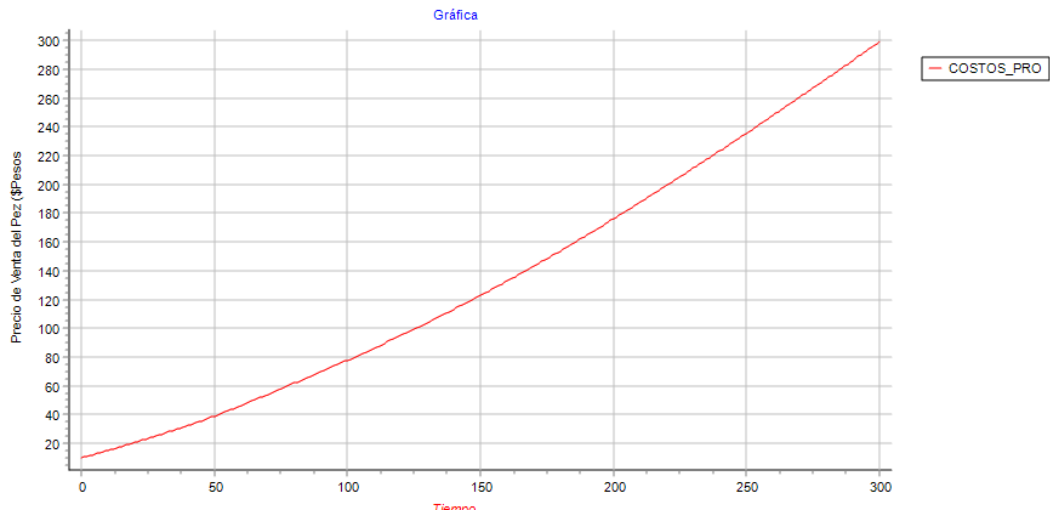
Figura 15. Resultados de Peso del Pez en gramos con evolución primer nivel - Gráfico



Se observa que en la iteración 251 con respecto al tiempo 250 el peso del pez en gramos es de 535,78736178974, lo cual es un resultado igual a la biomasa que muestra el

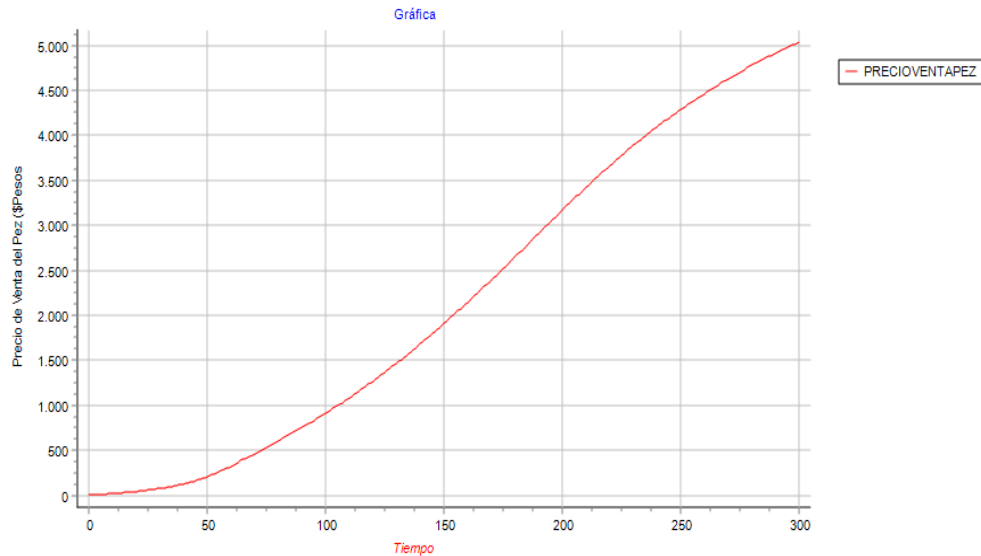
software del juego serio que es de 535,79 gramos con una aproximación a 2 cifras decimales.

Figura 16. Resultados de Costos de la Producción en pesos (\$) con evolución primer nivel – Gráfica.



Se observa que en la iteración 251 con respecto al tiempo 250 los costos son de un total de 235,538672564238 pesos, con este valor hay una diferencia más o menos de 10 pesos con respecto al resultado obtenido en el software del juego serio que fue de un total de 225 pesos, esto se debe a que en el software no se tuvo en cuenta la compra del pez ya que este estaba directamente en el estanque y solo se empezaba a descontar dinero con el alimento suministrado. Con respecto al modelo en Evolución se toma un valor inicial de 10 pesos por producto de la compra de los alevinos, en este caso un solo pez.

Figura 17. Resultados de Venta del Pez en pesos (\$) con evolución primer nivel – Gráfica.

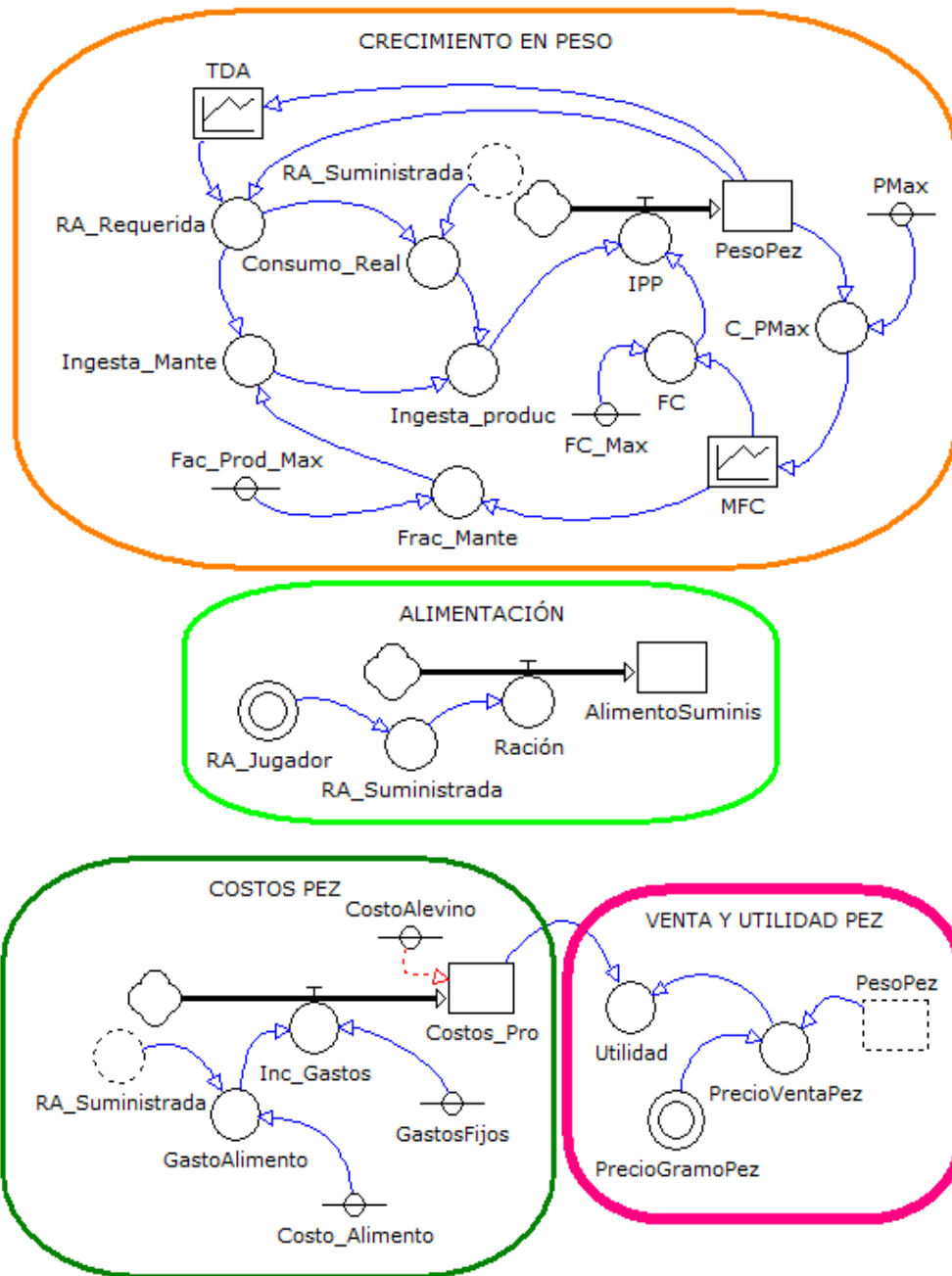


Se observa que en la iteración 251 con respecto al tiempo 250 el valor de la venta del pez es de 4.286 pesos, mientras que en el software del juego serio el valor de la venta del pez es de 4.288 pesos, con este valor hay una diferencia más o menos de 2 pesos entre estos valores.

## PRUEBAS MODELO SEGUNDO NIVEL

A continuación, se muestra el diagrama de flujo-nivel por sectores del modelo del escenario del segundo nivel, en el espacio controlado para el juego serio usado en la tercera versión del software (Puede ver este nivel en el archivo de evolución llamado: Segundo Nivel PESCO.mev), este recrea el crecimiento de un pez en un estanque controlado en condiciones ideales, con una ración de alimento variable para cada día, aumentando su masa en gramos, en el cual el jugador observará el crecimiento del pez durante el transcurso del tiempo y decidirá la ración para alimentar al pez dependiendo del valor requerido para su crecimiento, hasta tomar la decisión de venderlo.

Figura 18. Segundo Nivel PESCO modelo Evolución.



**NOTA 2:** En este modelo del segundo nivel se realizó un ajuste de este con respecto al modelo de PESCO 3.0 antes de iniciar la evaluación, porque no se agregaba a los costos totales las raciones diarias de alimento que se suministraba al pez y no se mostraba

correctamente la utilidad en el nivel con respecto al software del juego serio, ya que la venta no se acumulaba y solo al vender el pez se termina el nivel.

## PRUEBA DE SUFICIENCIA DE LOS LÍMITES SEGUNDO NIVEL PESCO

Para probar los límites del modelo se tuvo que revisar el propósito que tiene el modelo dentro del proyecto, en el caso del segundo nivel del espacio controlado se tenía: “Entender en términos muy generales como crece un pez y cuál es su tendencia de crecimiento con respecto al alimento suministrado cada día para ajustarse a su peso, también tener en cuenta el peso del pez y del costo de producción. En función de eso el usuario tiene apoyo para el suministro de la ración diaria y la toma de decisiones para vender el pez.” Versión 3.0 PESCO.

A continuación, se muestra un resumen que nos presenta evolución del modelo, y da una visión general de lo que lo compone el modelo actual.

Figura 19. Estadísticas del modelo segundo nivel PESCO modelo Evolución.



The screenshot shows a window titled "Estadísticas del modelo" with a close button (X) in the top right corner. The window contains a table with two columns of data. The first column lists various model components, and the second column shows their respective counts. A horizontal line separates the individual components from a summary section. The summary section includes "Total Elementos" (30), "Sectores" (5), and "Relaciones" (29). To the right of the table are two buttons: "Cerrar" and "Ayuda".

Número de Ítems	
Parámetros	6
Niveles	3
Flujos	3
Retardos	0
Tablas	2
Auxiliares	11
Exogenas	2
SubModelos	0
Clones	3
<hr/>	
<b>Total Elementos</b>	<b>30</b>
<b>Sectores</b>	<b>5</b>
<b>Relaciones</b>	<b>29</b>

Tabla 3. Representación variables endógenas y exógenas segundo nivel PESCO.

VARIABLE	ENDOGENA	EXOGENA
PesoPez	X	
IPP	X	
PMax		X
C_PMax	X	
FC	X	
FC_Max		X
MFC	X	
TDA	X	
RA_Requerida	X	
Consumo_Real	X	
Ingesta_Mante	X	
Ingesta_produc	X	
Fac_Prod_Max		X
Frac_Mante	X	
AlimentoSuminis	X	
Ración	X	
RA_Suministrada	X	
RA_Jugador		X
CostoAlevino		X
Costos_Pro	X	
Inc_Gastos	X	
GastosFijos		X
GastoAlimento	X	
CostoAlimento		X
Utilidad	X	
VentaPez	X	
Venta	X	
PrecioVentaPez	X	
PrecioGramoPez		X

### PRUEBA DE ESCENARIO SEGUNDO NIVEL PESCO

Se hizo la prueba del escenario para analizar el comportamiento del segundo nivel en el software como en el modelo de evolución, arrojando los mismos datos al calcular la

simulación, a continuación, este escenario se ejecutó y se presentan algunas variaciones en el modelo usando la herramienta evolución ya que esta permite graficar más variables, esto para demostrar el correcto funcionamiento del modelo.

Tabla 4. Escenario Segundo Nivel PESCO.

Pez	Peso pez	Alimento consumido	Costos	Venta	Precio gramos pez
1	1 g	0 g	10	0	11

## RESULTADOS SEGUNDO NIVEL PESCO

Se corrió el anterior escenario en el software mostrando hasta la iteración del día 236 para superar los 500 gramos del peso del pez, se muestran los siguientes resultados:

Ilustración 32. Escenario segundo nivel PESCO en el componente virtual 1.

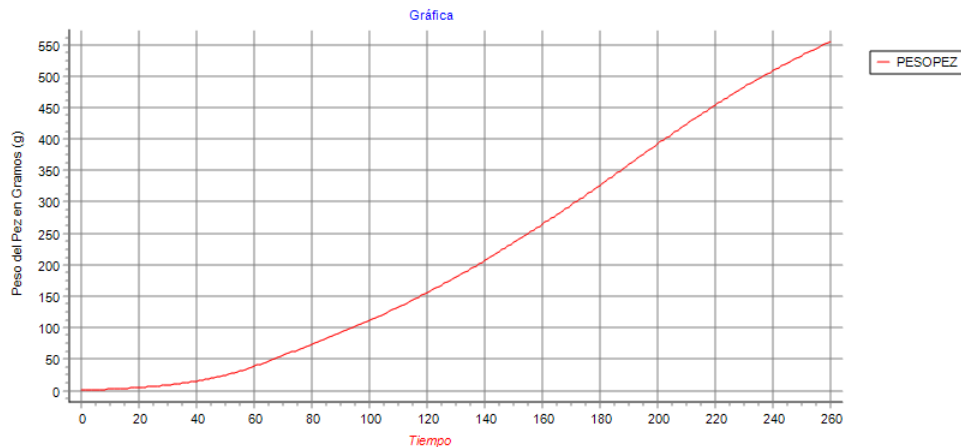


Ilustración 33. Escenario segundo nivel PESCO en el componente virtual 2.



Ahora comparamos el resultado del software con el modelo en evolución para comprobar que estamos usando el mismo modelo y que de forma general funciona bien.

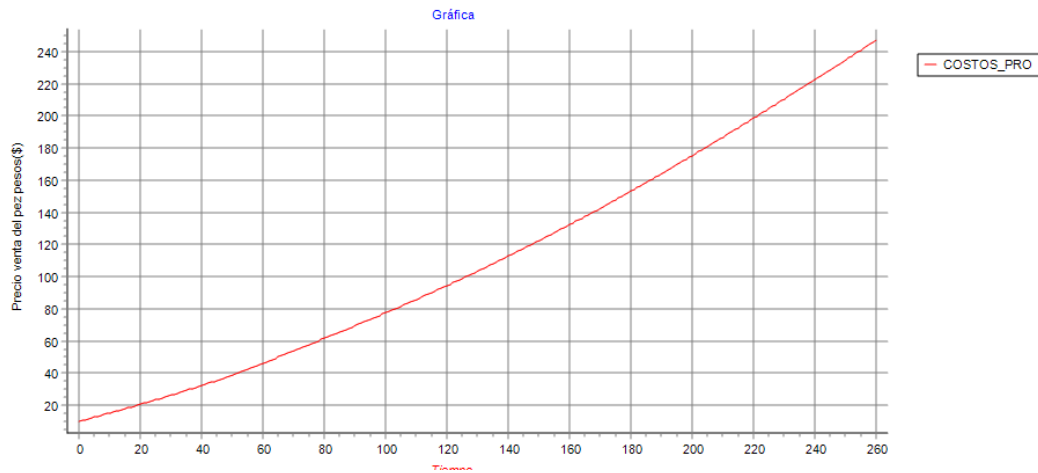
Figura 20. Resultados de Peso del Pez en gramos con evolución segundo nivel – Gráfica.



Se observa que en la iteración 238 con respecto al tiempo 237 el peso del pez en gramos es de 501,148995958354, lo cual es un resultado igual a la biomasa que muestra el

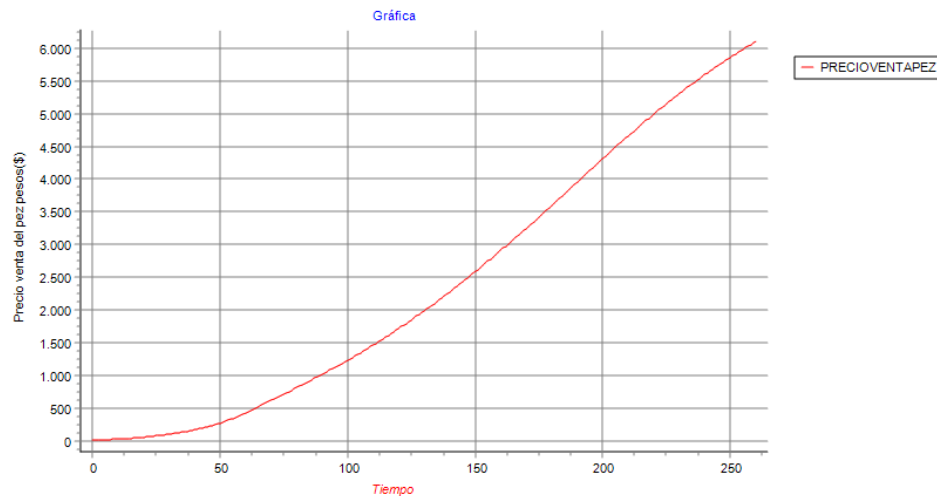
software del juego serio que es de 501,14 gramos, pero en el tiempo de 236 por un retraso en el cambio de día de forma gráfica.

Figura 21. Resultados de Costos de la Producción en pesos (\$) con evolución segundo nivel – Gráfica.



Se observa que en la iteración 238 con respecto al tiempo 237 los costos son de un total de 218,874 pesos, mientras que el resultado obtenido en el software del juego serio fue de un total de 218 pesos, pero en el tiempo de 236 por un retraso en el cambio de día de forma gráfica.

Figura 22. Resultados de Venta del Pez en pesos (\$) con evolución segundo nivel – Gráfica.

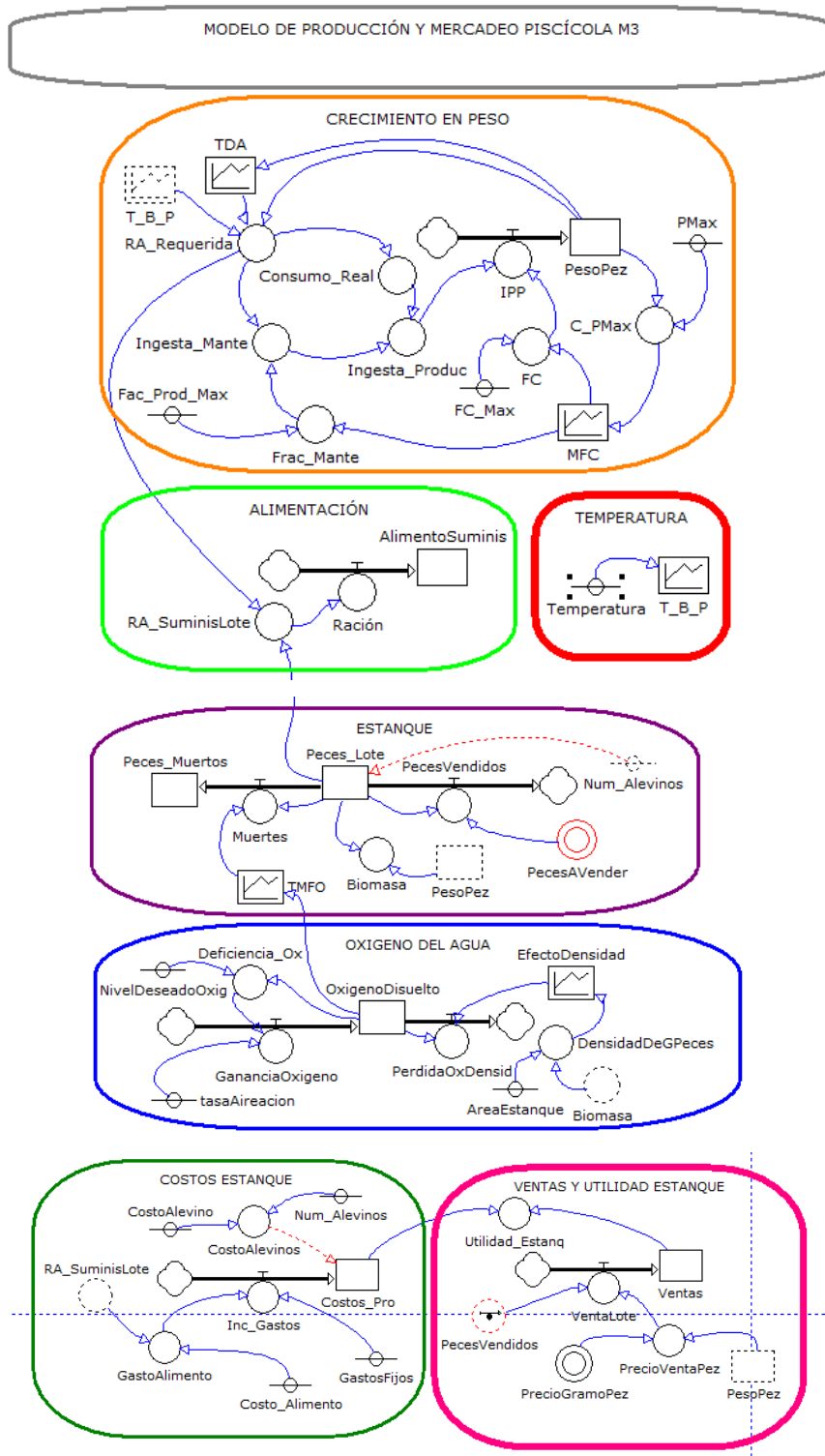


Se observa que en la iteración 238 con respecto al tiempo 237 el valor de la venta del pez es de 5.512 pesos, mientras que en el software del juego serio el valor de la venta del pez es de 5.511 pesos, con este valor hay una diferencia más o menos de 1 peso entre estos valores, pero en el tiempo de 236 por un retraso en el cambio de día de forma gráfica.

## PRUEBAS MODELO TERCER NIVEL

Ahora se muestra el diagrama de flujo-nivel por sectores del modelo del escenario del tercer nivel, en el espacio controlado para el juego serio usado en la tercera versión del software (Puede ver este nivel en el archivo de evolución llamado: Tercer Nivel PESCO.mev), este recrea el crecimiento de un lote de peces con una ración de alimento suministrada a los peces cada día de forma automatizada en un estanque con los factores de temperatura y oxígeno ideales. En el cual el jugador observará el crecimiento del lote de peces durante el transcurso del tiempo hasta tomar la decisión de venderlos.

Figura 23. Tercer Nivel PESCO modelo Evolución.



**NOTA 3:** En este modelo del Tercer nivel se realizó un ajuste de este con respecto al modelo de PESCO 3.0 antes de iniciar la evaluación, porque no se agregaba a los costos totales el valor de todos los peces en el estanque, también se ajustó la venta de los peces para representar los valores a la hora de vender todos los peces como se hace en el juego colocando directamente el flujo de venta de los peces vendidos en el estanque y colocando los peces a vender que decida el usuario.

### **PRUEBA DE SUFICIENCIA DE LOS LÍMITES TERCER NIVEL PESCO**

Para probar los límites del modelo hay que revisar el propósito que tiene el modelo dentro del proyecto, en el caso del tercer nivel del espacio controlado se tenía: “Entender la producción de un lote de peces con sistema de producción automatizado en un estanque con una ración de alimento por día y con los factores de temperatura y oxígeno ideales. En función de eso, tiene apoyo en la toma de decisiones para vender los peces, los cuales se pueden vender por un precio calculado por los gramos que tienen y la cantidad a vender en el mercado para obtener ganancias” (Versión 3.0 PESCO).

A continuación, se muestra un resumen que nos presenta evolución del modelo, y da una visión general de lo que lo compone el modelo actual.

Figura 24. Estadísticas del modelo tercer nivel PESCO modelo Evolución.

Número de Ítems			
Parámetros	11	Exogenas	2
Niveles	7	SubModelos	0
Flujos	8	Clones	7
Retardos	0		
Tablas	5		
Auxiliares	15		
		<b>Total Elementos</b>	<b>55</b>
		<b>Sectores</b>	<b>8</b>
		<b>Relaciones</b>	<b>52</b>

Tabla 5. Representación variables endógenas y exógenas tercer nivel PESCO.

VARIABLE	ENDOGENA	EXOGENA
PesoPez	X	
IPP	X	
PMax		X
C_PMax	X	
FC	X	
FC_Max		X
MFC	X	
TDA	X	
RA_Requerida	X	
Consumo_Real	X	
Ingesta_Mante	X	
Ingesta_Produc	X	
Fac_Prod_Max		X
Frac_Mante	X	
AlimentoSuminis	X	
Ración	X	
RA_SuminisLote	X	
Temperatura		X
T_B_P	X	
Peces_Muertos	X	
Muertes	X	

VARIABLE	ENDOGENA	EXOGENA
TMFO	X	
Peces_Lote	X	
Biomasa	X	
PecesVendidos	X	
NivelDeseadoOxig		X
tasaAireacion		X
Diferencia_Ox	X	
GananciaOxigeno	X	
OxigenoDisuelto	X	
PerdidaOxDensid	X	
EfectoDensidad	X	
DensidadDeGPeces	X	
AreaEstanque		X
CostoAlevino		X
Num_Alevino		X
CostoAlevinos	X	
Costos_Pro	X	
Inc_Gastos	X	
GastosFijos		X
GastoAlimento	X	
Costo_Alimento		X
Utilidad_Estanq	X	
VentaLote	X	
Ventas	X	
PecesAVender		X
PrecioVentaPez	X	
PrecioGramoPez		X

### PRUEBA DE ESCENARIO TERCER NIVEL PESCO

Se hizo la prueba del escenario para analizar el comportamiento del tercer nivel en el software como en el modelo de evolución, arrojando los mismos datos al calcular la simulación, a continuación, este escenario se ejecutó y se presentan algunas variaciones en el modelo usando la herramienta evolución ya que esta permite graficar más variables, esto para demostrar el correcto funcionamiento del modelo.

Tabla 6. Escenario Tercer Nivel PESCO.

Peces	Peso pez	Alimento consumido	Costos	Venta	Precio gramos pez
10	1 g	0 g	1500	0	11

## RESULTADOS TERCER NIVEL PESCO

Se corrió el anterior escenario en el software mostrando hasta la iteración del día 236 para superar los 500 gramos del peso del pez, se muestran los siguientes resultados:

Ilustración 34. Escenario tercer nivel PESCO en el componente virtual 1.

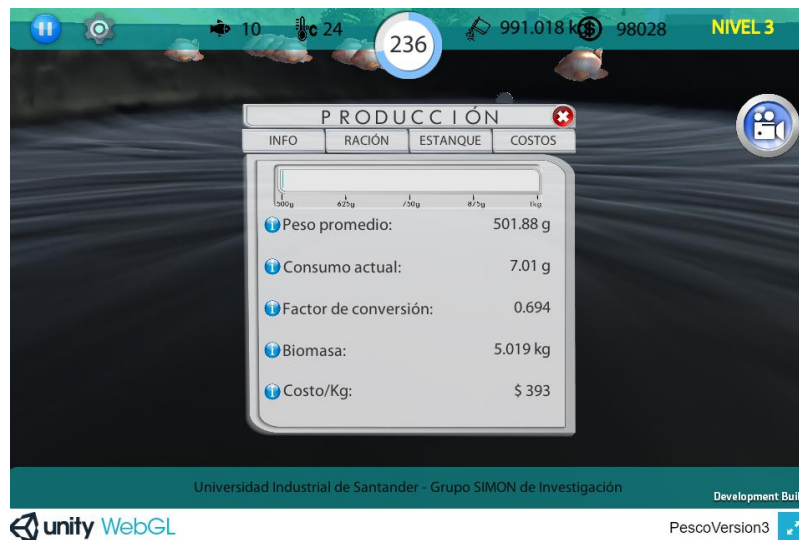
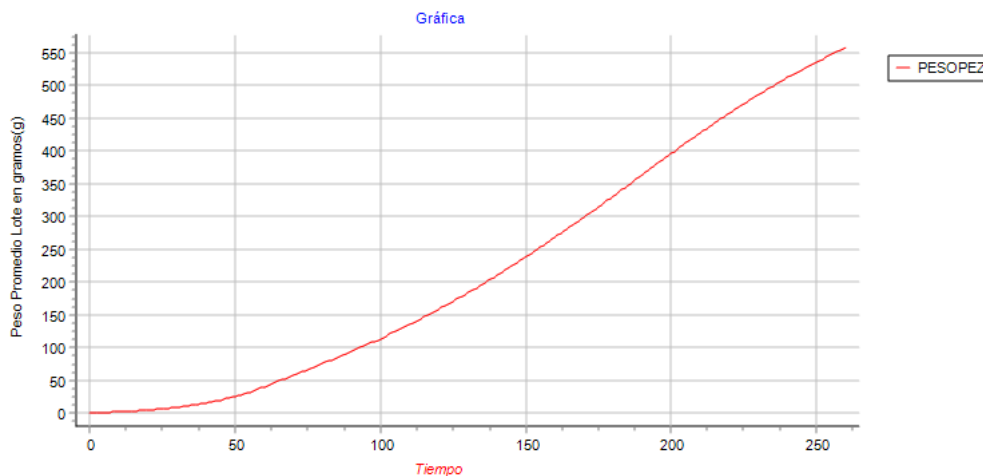


Ilustración 35. Escenario tercer nivel PESCO en el componente virtual 2.



Ahora comparamos el resultado del software con el modelo en evolución para comprobar que estamos usando el mismo modelo y que de forma general funciona bien.

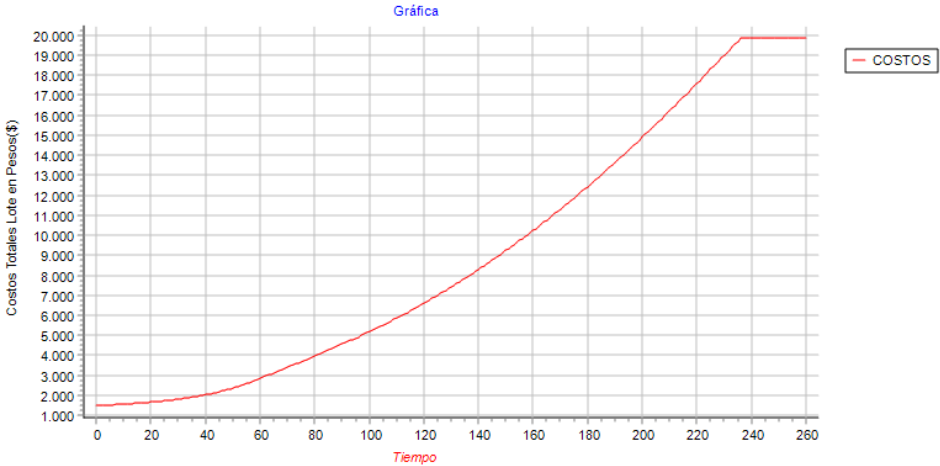
Figura 25. Resultados de Peso Promedio Lote en gramos con evolución tercer nivel – Gráfica.



Se observa que en la iteración 237 con respecto al tiempo 236 el peso promedio del lote de peces en gramos es de 501,884762250873, lo cual es un resultado más o menos igual

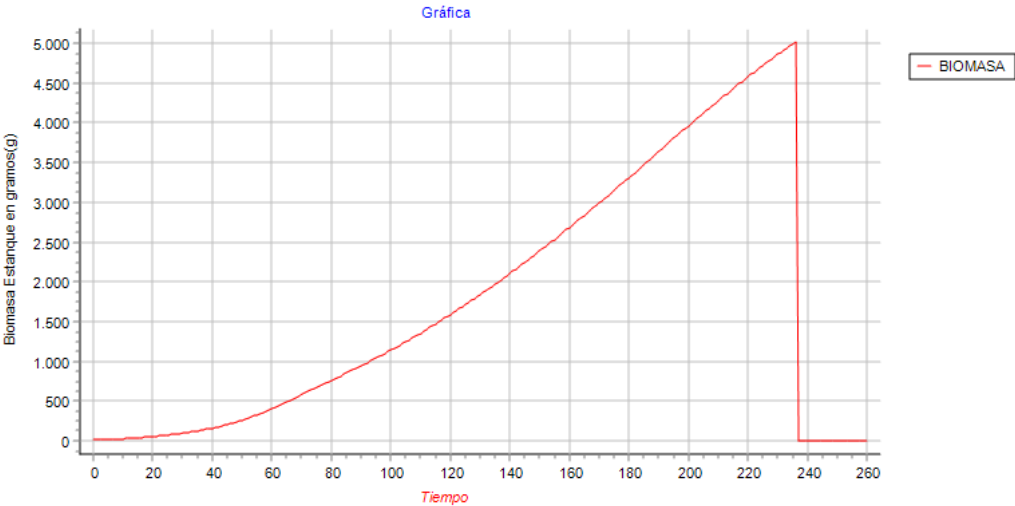
al peso promedio que muestra el software del juego serio que es de 501,14 gramos, entre estos 2 valores hay una diferencia de 0.74 décimas de diferencia.

Figura 26. Resultados de Costos en pesos (\$) con evolución tercer nivel – Gráfica.



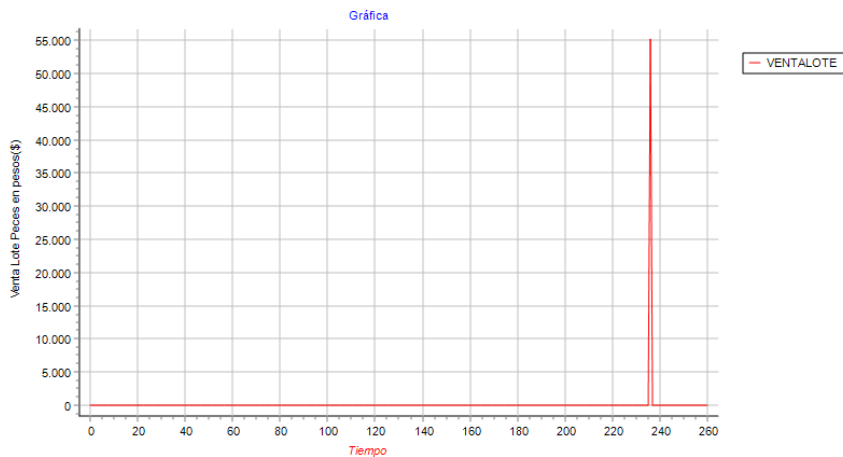
Se observa que en la iteración 237 con respecto al tiempo 236 los costos son de un total de 19836,466665272, mientras que el resultado obtenido en el software del juego serio fue de un total de 19903 pesos, la diferencia entre estos dos valores no difiere mucho ya que es de 67 pesos.

Figura 27. Resultados de Biomasa en gramos (g) con evolución tercer nivel – Gráfica.



Se observa que en la iteración 237 con respecto al tiempo 236 la biomasa del estanque del lote de peces en gramos es de 5018,84762250873, lo cual es un resultado más o menos igual a la biomasa que muestra el software del juego serio que es de 5011,4 gramos, entre estos 2 valores hay una diferencia de 7,4 gramos de diferencia.

Figura 28. Resultados de Venta del Lote de Peces en pesos (\$) con evolución tercer nivel – Gráfica.



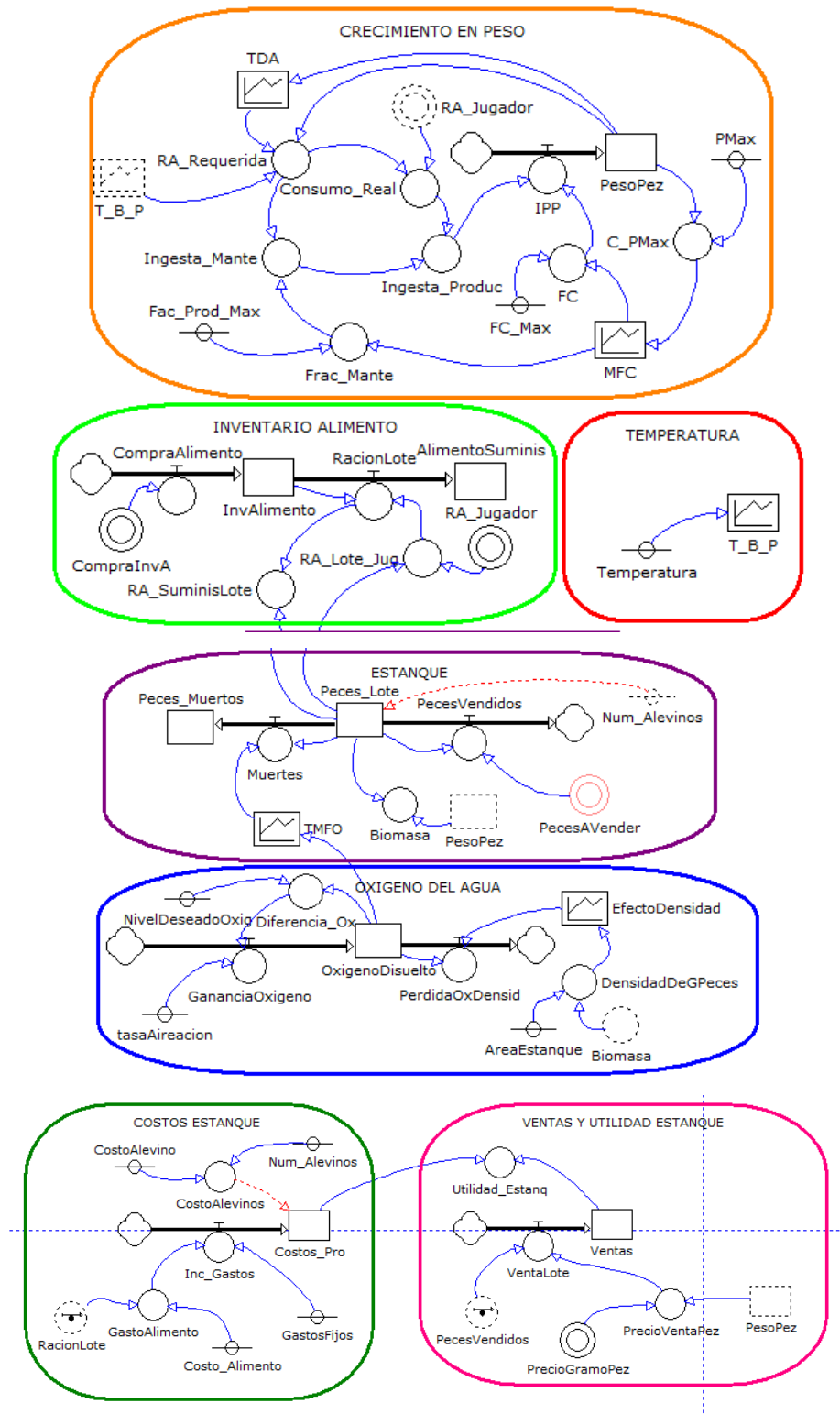
Se observa que en la iteración 237 con respecto al tiempo 236 el valor de la venta de los peces es de 55.207 pesos, mientras que en el software del juego serio el valor de la venta de los peces es de 55.121 pesos, con este valor hay una diferencia más o menos de 86 pesos entre estos valores.

## PRUEBAS MODELO CUARTO NIVEL

Ahora se muestra el diagrama de flujo-nivel por sectores del modelo del escenario del cuarto nivel, en el espacio controlado para el juego serio usado en la tercera versión del software, este recrea el crecimiento de un lote de peces con una ración de alimento que varía según el crecimiento de los peces cada día, la cual se almacena en un inventario, con los factores de temperatura ideal y oxígeno dependiendo del lote de peces. Por último, el jugador compra su lote de peces, llena el inventario de alimento para el almacén

y observará el crecimiento del lote de peces durante el transcurso del tiempo suministrando la ración diaria de alimento que se ajuste al crecimiento hasta tomar la decisión de venderlos.

Figura 29. Cuarto Nivel PESCO modelo Evolución.



**NOTA 4:** En este modelo del Cuarto nivel se realizó un ajuste de este con respecto al modelo de PESCO 3.0 antes de iniciar la evaluación, porque no se agregaba a los costos totales el valor de todos los peces en el estanque, también se ajustó la venta de los peces para representar los valores a la hora de vender todos los peces como se hace en el juego colocando directamente el flujo de venta de los peces vendidos en el estanque y colocando los peces a vender que decida el usuario.

### **PRUEBA DE SUFICIENCIA DE LOS LÍMITES CUARTO NIVEL PESCO**

Para probar los límites del modelo hay que revisar el propósito que tiene el modelo dentro del proyecto, en el caso del cuarto nivel del espacio controlado se tenía: “Entender la producción de un lote de peces con la relación entre la temperatura y el tamaño de la ración (Los peces comen dependiendo de la temperatura) con los factores de temperatura ideal y oxígeno variables en el estanque. En función de eso, tiene apoyo en la toma de decisiones para comprar los peces que desee tener en el estanque, comprar el alimento para almacenar y dar a los peces dependiendo de lo que se necesite y vender los peces, los cuales se pueden vender por un precio calculado por los gramos que tienen y la cantidad a vender en el mercado para obtener ganancias.” (Versión 3.0 PESCO)

A continuación, se muestra un resumen que nos presenta evolución del modelo, y da una visión general de lo que lo compone el modelo actual.

Figura 30. Estadísticas del modelo cuarto nivel PESCO modelo Evolución.

Estadísticas del modelo			
Número de Ítems			
Parámetros	11	Exogenas	4
Niveles	8	SubModelos	0
Flujos	9	Clones	8
Retardos	0		
Tablas	5		
Auxiliares	16		
		<b>Total Elementos</b>	<b>61</b>
		<b>Sectores</b>	<b>8</b>
		<b>Relaciones</b>	<b>57</b>

Tabla 7. Representación variables endógenas y exógenas cuarto nivel PESCO.

VARIABLE	ENDOGENA	EXOGENA
PesoPez	X	
IPP	X	
PMax		X
C_PMax	X	
FC	X	
FC_Max		X
MFC	X	
TDA	X	
RA_Requerida	X	
Consumo_Real	X	
Ingesta_Mante	X	
Ingesta_Produc	X	
Fac_Prod_Max		X
Frac_Mante	X	
ComprInvA		X
CompraAlimento	X	
InvAlimento	X	
RA_SuminisLote	X	
RacionLote	X	
AlimentoSuminis	X	
RA_Lote_Jug	X	

VARIABLE	ENDOGENA	EXOGENA
RA_Jugador		X
Temperatura		X
T_B_P	X	
Peces_Muertos	X	
Muertes	X	
TMFO	X	
Peces_Lote	X	
Biomasa	X	
PecesVendidos	X	
NivelDeseadoOxig		X
tasaAireacion		X
Diferencia	X	
GananciaOxigeno	X	
OxigenoDisuelto	X	
PerdidaOxDensid	X	
EfectoDensidad	X	
DensidadDeGPeces	X	
AreaEstanque		X
CostoAlevino		X
Num_Alevinos		X
CostoAlevinos	X	
CostosPro	X	
Inc_Gastos	X	
GastosFijos		X
GastoAlimento	X	
Costo_Alimento		X
Utilidad_Estanq	X	
VentaLote	X	
Ventas	X	
PrecioVentaPez	X	
PrecioGramoPez		X

#### PRUEBA DE ESCENARIO CUARTO NIVEL PESCO

Se hizo la prueba del escenario para analizar el comportamiento del cuarto nivel en el software como en el modelo de evolución, arrojando los mismos datos al calcular la

simulación, a continuación, este escenario se ejecutó y se presentan algunas variaciones en el modelo usando la herramienta evolución ya que esta permite graficar más variables, esto para demostrar el correcto funcionamiento del modelo.

Tabla 8. Escenario Cuarto Nivel PESCO.

Peces	Peso pez	Alimento consumido	Costos	Venta	Precio gramos pez
10	1 g	0 g	1500	0	11

## RESULTADOS CUARTO NIVEL PESCO

Se corrió el anterior escenario en el software mostrando hasta la iteración del día 236 para superar los 500 gramos del peso del pez, se muestran los siguientes resultados:

Ilustración 36. Escenario Cuarto nivel PESCO en el componente virtual 1.

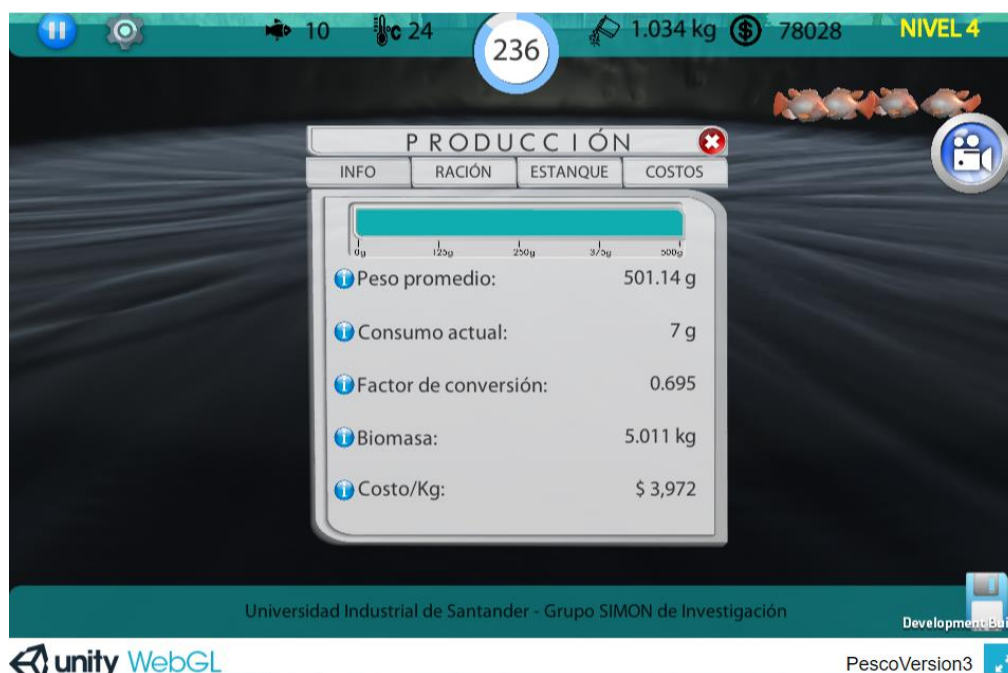
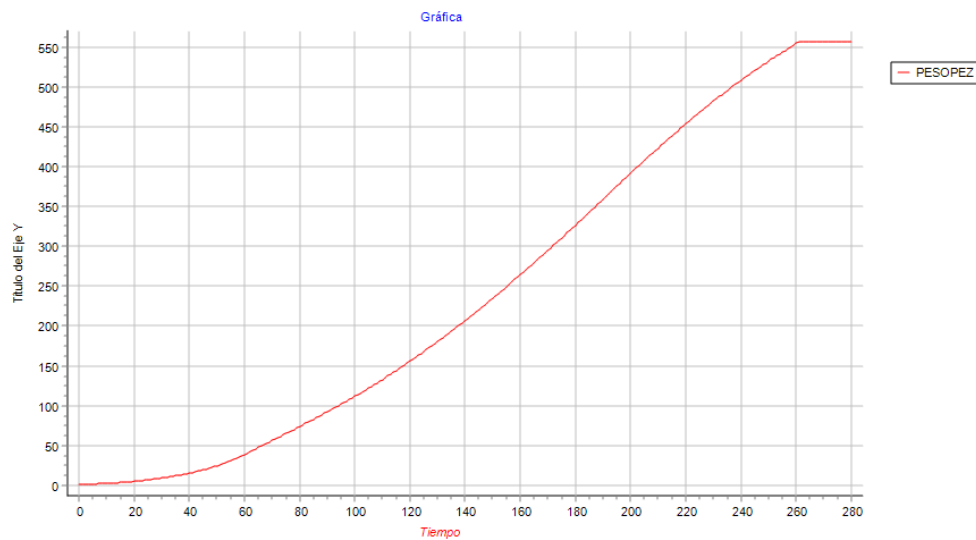


Ilustración 37. Escenario Cuarto nivel PESCO en el componente virtual 2.



Ahora comparamos el resultado del software con el modelo en evolución para comprobar que estamos usando el mismo modelo y que de forma general funciona bien.

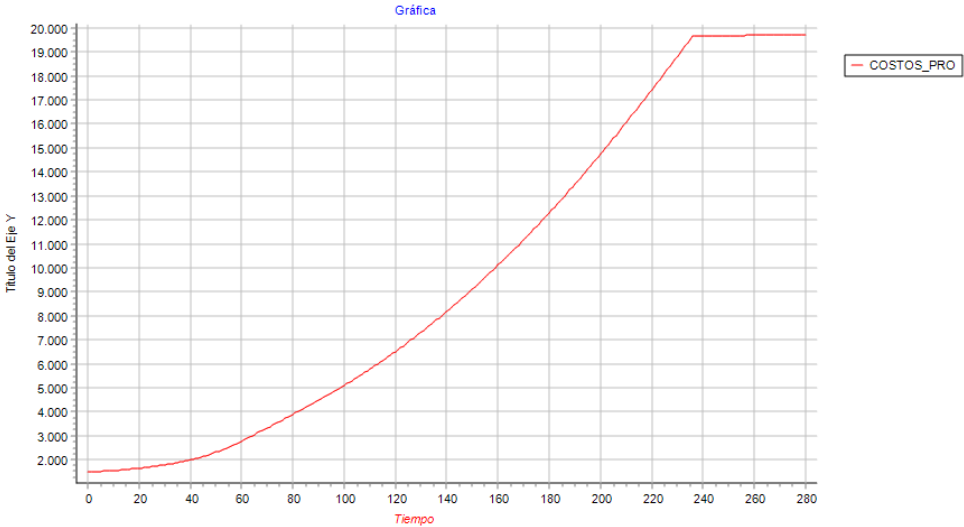
Figura 31. Resultados de Peso Promedio Lote en gramos con evolución cuarto nivel – Gráfica.



Se observa que en la iteración 237 con respecto al tiempo 236 el peso promedio del lote de peces en gramos es de 498,567901419843, lo cual es un resultado más o menos igual

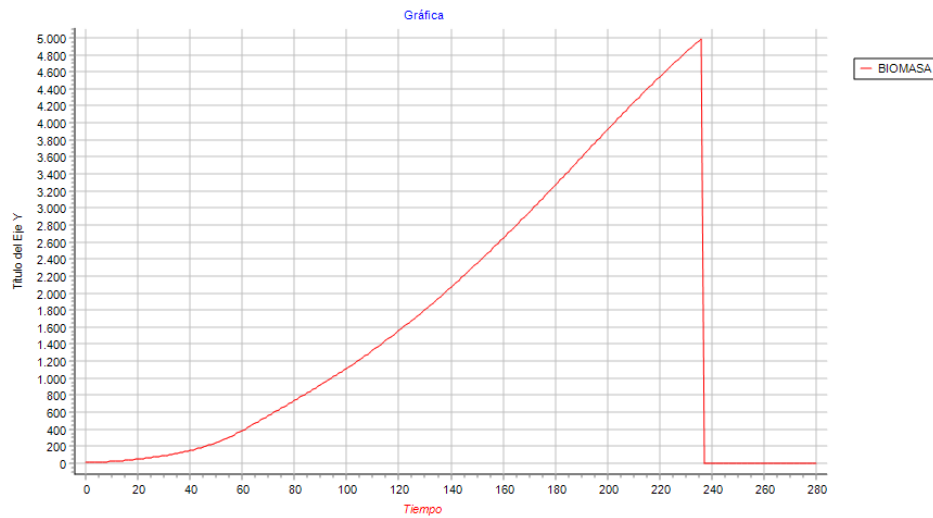
al peso promedio que muestra el software del juego serio que es de 501,14 gramos, entre estos 2 valores hay una diferencia de 3.58 gramos de diferencia.

Figura 32. Resultados de Costos en pesos (\$) con evolución cuarto nivel – Gráfica.



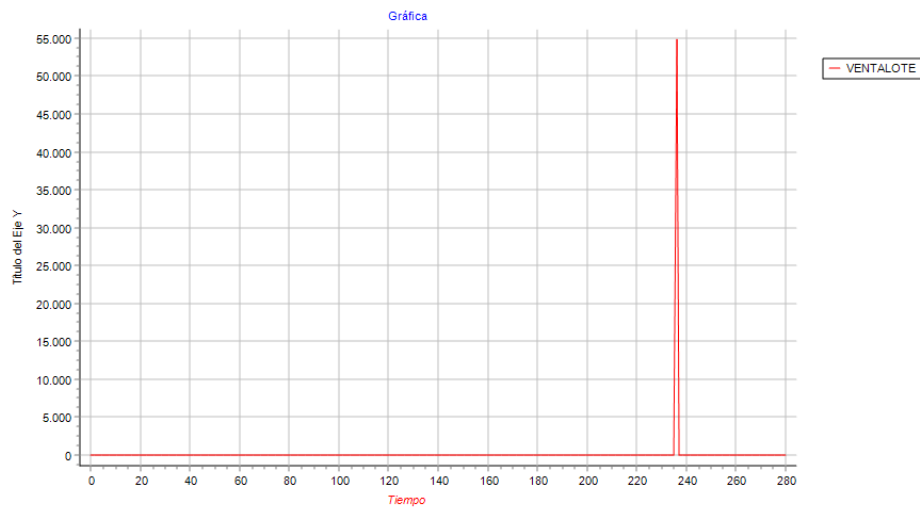
Se observa que en la iteración 237 con respecto al tiempo 236 los costos son de un total de 19667, 2, mientras que el resultado obtenido en el software del juego serio fue de un total de 19903 pesos, la diferencia entre estos dos valores no difiere mucho ya que es de 236 pesos.

Figura 33. Resultados de Biomasa en gramos (g) con evolución cuarto nivel – Gráfica.



Se observa que en la iteración 237 con respecto al tiempo 236 la biomasa del estanque del lote de peces en gramos es de 4985,679014, lo cual es un resultado más o menos igual a la biomasa que muestra el software del juego serio que es de 5011 gramos, entre estos 2 valores hay una diferencia de 25,321 gramos de diferencia.

Figura 34. Resultados de Venta del Lote de Peces en pesos (\$) con evolución tercer nivel – Gráfica.

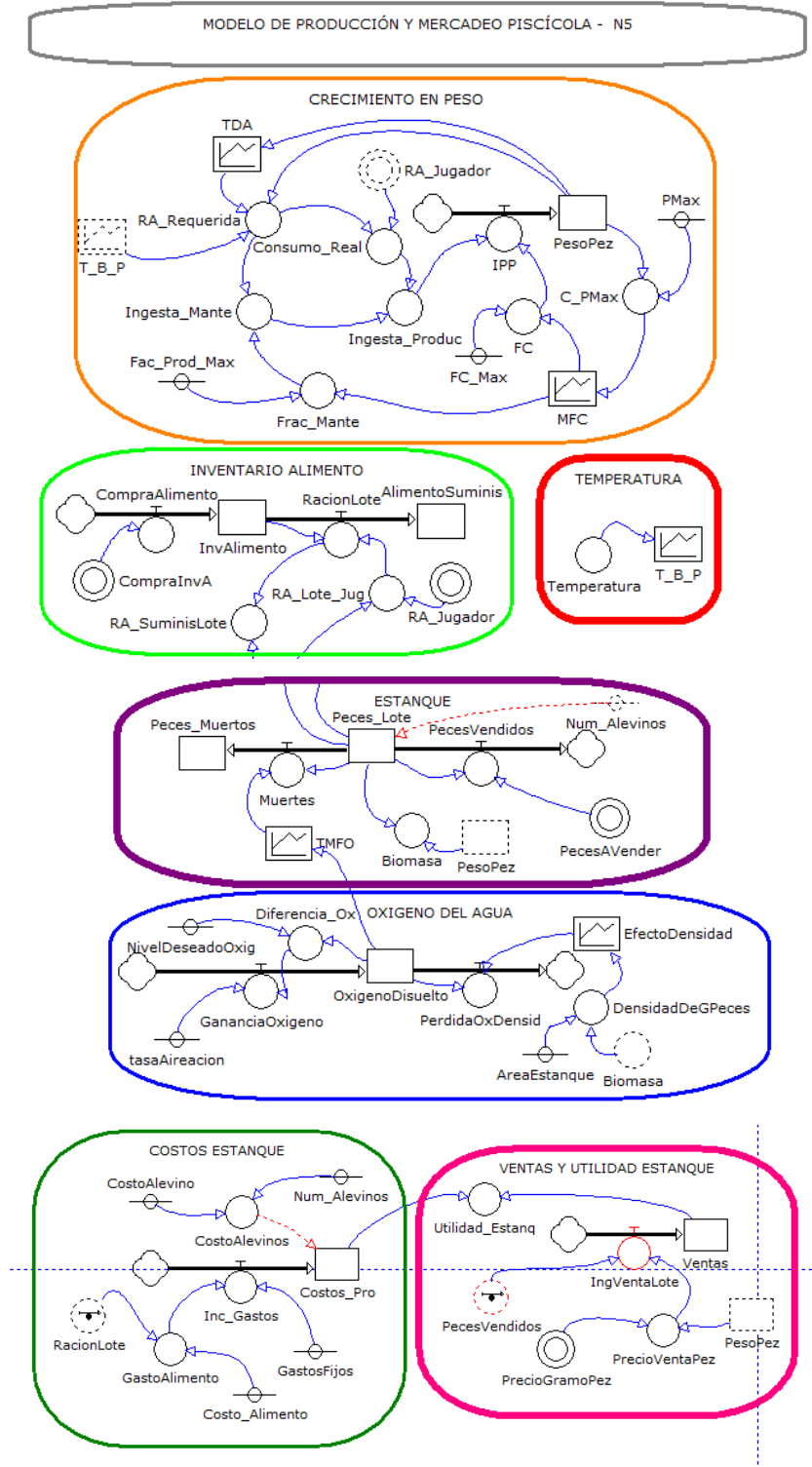


Se observa que en la iteración 237 con respecto al tiempo 236 el valor de la venta de los peces es de 54.842 pesos, mientras que en el software del juego serio el valor de la venta de los peces es de 50.269 pesos, con este valor hay una diferencia más o menos de 4.573 pesos entre estos valores.

## **PRUEBAS MODELO QUINTO NIVEL**

Ahora se muestra el diagrama de flujo-nivel por sectores del modelo del escenario del quinto nivel, en el espacio controlado para el juego serio usado en la tercera versión del software, este recrea el crecimiento de un lote de peces con una ración de alimento que varía según el crecimiento de los peces cada día, la cual se almacena en un inventario, con los factores de temperatura y oxígeno dependiendo del lote de peces que varía cada día. Por último, el jugador compra su lote de peces, llena el inventario de alimento para el almacén y observará el crecimiento del lote de peces durante el transcurso del tiempo suministrando la ración diaria de alimento que se ajuste al crecimiento hasta tomar la decisión de venderlos.

Figura 35. Quinto Nivel PESCO modelo Evolución.



**NOTA 4:** En este modelo del Quinto nivel se realizó un ajuste de este con respecto al modelo de PESCO 3.0 antes de iniciar la evaluación, porque no se agregaba a los costos totales el valor de todos los peces en el estanque, también se ajustó la venta de los peces para representar los valores a la hora de vender todos los peces como se hace en el juego colocando directamente el flujo de venta de los peces vendidos en el estanque y colocando los peces a vender que decida el usuario.

## **PRUEBA DE SUFICIENCIA DE LOS LÍMITES QUINTO NIVEL PESCO**

Para probar los límites del modelo hay que revisar el propósito que tiene el modelo dentro del proyecto, en el caso del quinto nivel del espacio controlado se tenía: “Entender la producción de un lote de peces con la relación entre la temperatura y el tamaño de la ración (Los peces comen dependiendo de la temperatura) con los factores de temperatura y oxígeno variables en el estanque. En función de eso, tiene apoyo en la toma de decisiones para comprar los peces que desee tener en el estanque, comprar el alimento para almacenar y dar a los peces dependiendo de lo que se necesite y vender los peces, los cuales se pueden vender por un precio calculado por los gramos que tienen y la cantidad a vender en el mercado para obtener ganancias.” (Versión 3.0 PESCO)

A continuación, se muestra un resumen que nos presenta evolución del modelo, y da una visión general de lo que lo compone el modelo actual.

Figura 36. Estadísticas del modelo quinto nivel PESCO modelo Evolución.

Número de Ítems			
Parámetros	10	Exogenas	4
Niveles	8	SubModelos	0
Flujos	9	Clones	8
Retardos	0		
Tablas	5	<b>Total Elementos</b>	<b>61</b>
Auxiliares	17	<b>Sectores</b>	<b>8</b>
		<b>Relaciones</b>	<b>57</b>

Tabla 9. Representación variables endógenas y exógenas quinto nivel PESCO.

VARIABLE	ENDOGENA	EXOGENA
PesoPez	X	
IPP	X	
PMax		X
C_PMax	X	
FC	X	
FC_Max		X
MFC	X	
TDA	X	
RA_Requerida	X	
Consumo_Real	X	
Ingesta_Mante	X	
Ingesta_Produc	X	
Fac_Prod_Max		X
Frac_Mante	X	
ComprInvA		X
CompraAlimento	X	
InvAlimento	X	
RA_SuminisLote	X	
RacionLote	X	
AlimentoSuminis	X	
RA_Lote_Jug	X	
RA_Jugador		X

VARIABLE	ENDOGENA	EXOGENA
Temperatura	X	
T_B_P	X	
Peces_Muertos	X	
Muertes	X	
TMFO	X	
Peces_Lote	X	
Biomasa	X	
PecesVendidos	X	
NivelDeseadoOxig		X
tasaAireacion		X
Diferencia	X	
GananciaOxigeno	X	
OxigenoDisuelto	X	
PerdidaOxDensid	X	
EfectoDensidad	X	
DensidadDeGPeces	X	
AreaEstanque		X
CostoAlevino		X
Num_Alevinos		X
CostoAlevinos	X	
CostosPro	X	
Inc_Gastos	X	
GastosFijos		X
GastoAlimento	X	
Costo_Alimento		X
Utilidad_Estanq	X	
VentaLote	X	
Ventas	X	
PrecioVentaPez	X	
PrecioGramoPez		X

### PRUEBA DE ESCENARIO QUINTO NIVEL PESCO

Para la prueba de escenario se tomó el mismo escenario ideal que en el nivel 4 anterior ya que el único cambio entre los modelos es el comportamiento de la temperatura, entonces se convierte en un valor que varía dependiendo de un rango y para la

comparación con el juego sería difícil cambiar aún el comportamiento sin ser aleatorio. Por lo tanto, se tomó que con el escenario planteado en el nivel 4 sería necesario para que se comportaran de igual manera estos niveles 4 y 5.

## Anexo B. pesco\_compose/backend/api

Ilustración 38. pesco\_compose/backend/api

master pesco\_compose History Find file Code

Name	Last commit	Last update
conf.d	Last update 31/01/2023	10 months ago
backend @ 87b3098b	we make backend a submodule	4 days ago
frontend @ 86813c9c	Last update 31/01/2023	10 months ago
player @ 7fcced08	Last update 31/01/2023	10 months ago
.gitignore	Last update 31/01/2023	10 months ago
.gitmodules	we make backend a submodule	4 days ago
docker-compose.yml	Last update 31/01/2023	10 months ago

## Anexo C. pesco\_compose/App y pesco\_compose/Moodle

Ilustración 39. pesco\_compose/App y pesco\_compose/Moodle

master pesco\_compose History Find file Code

Name	Last commit	Last update
conf.d	Last update 31/01/2023	10 months ago
backend @ 87b3098b	we make backend a submodule	4 days ago
frontend @ 86813c9c	Last update 31/01/2023	10 months ago
player @ 7fcced08	Last update 31/01/2023	10 months ago
.gitignore	Last update 31/01/2023	10 months ago
.gitmodules	we make backend a submodule	4 days ago
docker-compose.yml	Last update 31/01/2023	10 months ago

Anexo D. pesco\_compose/pesco\_frontpage/public  
pesco\_compose/pesco\_frontpage/src

y

Ilustración 40. pesco\_compose/pesco\_frontpage/public

master pesco\_frontpage / public History Find file Code

Name	Last commit	Last update
..		
build	Last update 31/01/2023	10 months ago
img	Last update 31/01/2023	10 months ago
templateData	Last update 31/01/2023	10 months ago
favicon.ico	Last commit	1 year ago
index.html	Hero is done!	1 year ago
logo192.png	Last commit	1 year ago
manifest.json	Hero is done!	1 year ago
robots.txt	Initialize project using Create React App	1 year ago

Ilustración 41. pesco\_compose/pesco\_frontpage/src

master pesco\_frontpage / src History Find file Code

Name	Last commit	Last update
..		
components	Last update 31/01/2023	10 months ago
hooks	Hero is done!	1 year ago
util	Hero is done!	1 year ago
views	Last update 31/01/2023	10 months ago
index.css	Hero is done!	1 year ago
index.tsx	Last update 31/01/2023	10 months ago
react-app-env.d.ts	Initialize project using Create React App	1 year ago
reportWebVitals.ts	Initialize project using Create React App	1 year ago
setupTests.ts	Initialize project using Create React App	1 year ago

## Anexo E. pesco\_frontpage/public/build

Ilustración 42. pesco\_frontpage/public/build

master ▾ pesco\_frontpage / src History Find file Code ▾

Name	Last commit	Last update
..		
📁 components	Last update 31/01/2023	10 months ago
📁 hooks	Hero is done!	1 year ago
📁 util	Hero is done!	1 year ago
📁 views	Last update 31/01/2023	10 months ago
📄 index.css	Hero is done!	1 year ago
📄 index.tsx	Last update 31/01/2023	10 months ago
📄 react-app-env.d.ts	Initialize project using Create React App	1 year ago
📄 reportWebVitals.ts	Initialize project using Create React App	1 year ago
📄 setupTests.ts	Initialize project using Create React App	1 year ago

## Anexo F. Prueba de funcionalidad.

### PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO PISCÍCOLA PESCO VERSIÓN 4.0

La siguiente prueba se realizó para revisar la funcionalidad de todo el ambiente virtual de aprendizaje PESCO 4.0 como producto final, se preparó este documento con varias tareas para realizar la prueba de funcionamiento de cada una de las partes, tanto del componente teórico-práctico, como del componente virtual estanque. Cada tarea es numerada según el orden deseado para realizarla en el funcionamiento del ambiente virtual y tendrá un texto guía con una breve explicación para poder realizar según lo deseado para los usuarios finales y sus distintos roles.

Al terminar cada tarea los evaluadores deberán responder con **SI o NO**, dependiendo si pudieron realizar la tarea con solo el texto dado. Por último, al terminar habrá un espacio para que los evaluadores con sus propias palabras de manera abierta den sus opiniones con respecto a la evaluación de las funciones y también cualquier aporte nuevo o corrección que puedan ver pertinentemente para el mejoramiento del producto final, pero que este dentro del alcance de este proyecto.

#### TAREA 1

Ingresa a esta dirección [Pesco - Pagina Principal \(uis.edu.co\)](http://uis.edu.co) dando click a través de cualquier navegador con conexión a Internet.

¿Pudo Ingresar a la dirección dada?

Respuesta: **SI**

## TAREA 2

¿La dirección [Pesco - Pagina Principal \(uis.edu.co\)](http://uis.edu.co) carga de manera correcta en el navegador utilizado conectado a internet?

Respuesta: **SI**

## TAREA 3

Explore con la rueda del mouse o con la barra deslizadora de la ventana del navegador, toda la información de la primera vista de la página WEB.

¿Pudo realizar la exploración por la página WEB como dice la tarea?

Respuesta: **SI**

## TAREA 4

Al principio de la página WEB darle click a la pestaña que dice Modelado y DS.

¿Fue redirigido de manera correcta a la página del grupo de investigación SIMON?

Respuesta: **SI**

## TAREA 5

¿La pestaña de Modelado y DS carga de manera correcta en el navegador utilizado conectado a internet?

Respuesta: **SI**

## TAREA 6

Al principio de la página WEB darle click a la pestaña que dice Moodle.

¿Fue redirigido de manera correcta al apartado de Moodle?

Respuesta: **SI**

## TAREA 7

¿La pestaña de Moodle carga de manera correcta en el navegador utilizado conectado a internet?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 8

Ingrese al curso disponible Clase Teórica de Piscicultura del curso Sistema de Producción de Porcinos y Acuicultura dando Click en el nombre del curso.

¿Pudo Ingresar al Curso?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 9

Para ingresar al curso deberá ingresar la sesión de Moodle con el usuario y contraseña otorgado para su rol y dar click en acceder.

¿Pudo Ingresar al Curso con su cuenta?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 10

Si cuenta con el rol de administrador o profesor podrá editar el contenido del curso a través del modo de edición que se encuentra en la parte superior derecha de la página de Moodle para editar su estructura, contenidos y los títulos que componen el curso, además puede agregar contenido nuevo (Documentos, libros, archivos, actividades, tareas, etc.)

¿Pudo editar el curso en el Moodle?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 11

Con la herramienta modo de edición en Moodle oculte, muestre, mueva, duplique o elimine algún contenido de su curso.

¿Pudo realizar las acciones mencionadas con la herramienta Edit mode de Moodle en su curso?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 12

En la parte superior en mis cursos puede realizar la gestión de sus cursos y crear un nuevo curso.

¿Pudo observar la pestaña de mis cursos con las opciones de gestión de sus cursos y crear un nuevo curso?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 13

Navegue a través del curso con la rueda del mouse o con la barra deslizadora de la ventana del navegador para acceder a la documentación, imágenes, enlaces, quiz y tareas que tiene el curso en sus respectivas unidades que también se encuentran en la parte izquierda de la página de Moodle.

¿Pudo observar todo el contenido del curso al navegar por el mismo?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 14

Desde la página principal del ambiente virtual de aprendizaje ingresar a la pestaña de Estanque Virtual dando click.

¿Pudo ingresar a la ejecución del componente virtual de PESCO 4.0?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 15

Ingrese sesión al componente virtual de PESCO 4.0 con el usuario y contraseña proporcionado para su rol.

¿Pudo ingresar sesión en el componente virtual de PESCO 4.0?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 16

Ingrese al modo de juego contralado a través del menú del componente virtual de PESCO 4.0

¿Pudo ingresar al modo de juego controlado?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 17

Navegue por la visualización de los niveles del modo juego controlado por medio de las flechas de desplazamiento horizontal y lea las descripciones de los niveles.

¿Pudo navegar por la visualización de los niveles y leer sus descripciones?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 18

Ingrese en algún nivel del modo juego controlado por medio del botón play.

¿Pudo ingresar al nivel seleccionado?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 19

Observe las instrucciones del nivel seleccionado del juego controlado y darle click al botón de entendido.

¿Pudo observar con facilidad las instrucciones del nivel seleccionado?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 20

Observe la información de producción del nivel seleccionado del juego controlado.

¿Pudo observar la información de producción del nivel seleccionado?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 21

Observe las misiones del nivel con los objetivos a cumplir en el nivel seleccionado del juego controlado siguiendo las instrucciones que observe en la tarea 19 o con el icono de planilla de la parte superior derecha al lado del nivel.

¿Pudo observar las misiones del nivel con los objetivos a cumplir en el nivel seleccionado?

Respuesta: **NO**

#### TAREA 22

Ingrese a la vista de mercado del nivel seleccionado del juego controlado dando click en el icono con forma de carpa.

¿Pudo ingresar a la vista de mercado del nivel seleccionado?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 23

Observe la información de venta en la tabla de datos del mercado.

¿Pudo observar la información de venta en la tabla de datos del mercado?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 24

Con la información obtenida en la descripción de los niveles del juego controlado y las misiones del nivel, complete los objetivos del nivel seleccionado.

¿Pudo cumplir los objetivos del nivel seleccionado?

Respuesta: **NO**

#### TAREA 25

Luego de cumplir los objetivos del nivel seleccionado, realice la venta del pez o del lote de peces para dar conclusión al nivel.

¿Pudo realizar la venta del pez o del lote de peces para concluir el nivel?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 26

Ingrese al modo de juego libre a través del menú del componente virtual de PESCO 4.0

¿Pudo ingresar al modo de juego libre?

Respuesta: **NO**

#### TAREA 27

Lea la información con respecto a la descripción del juego libre y de inicio al juego libre a través del botón play.

¿Pudo observar la descripción y dar inicio al juego libre?

Respuesta: **NO**

#### TAREA 28

Ingrese a la opción de créditos del componente virtual y lea la información dada.

¿Pudo ingresar a la opción de créditos y leer la información del componente virtual?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 29

Ingrese a la opción de salir del componente virtual para cerrar la sesión.

¿Pudo ingresar a la opción de salir para cerrar sesión del componente virtual?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 30

Desde el Home [Pesco - Pagina Principal \(uis.edu.co\)](http://uis.edu.co) ingrese a la pestaña de documentación.

¿Pudo ingresar a la pestaña de documentación del Home?

Respuesta: **SI**

#### TAREA 31

Descargue cualquier documento desde la pestaña de documentación.

¿Pudo descargar algún documento?

Respuesta: **SI**

Aporte o corrección que puedan ver pertinentemente para el mejoramiento del producto final, pero que este dentro del alcance de este proyecto:

- Mejoras en los textos de las descripciones de los niveles para que sean más apropiados a lo realizado en los niveles.
- Mejorar el desplazamiento entre ventanas en los niveles.
- Evitar superponer las tablas mostradas.
- Colocar descripciones con lo que realiza cada icono.
- Colocar nombres a los iconos.
- Mejorar la explicación en las palabras de costos y ventas.

Al finalizar esta prueba de funcionalidad con las 31 tareas realizadas para el ambiente virtual de aprendizaje PESCO 4.0, se agruparán los resultados individuales por cada evaluador y luego se juntarán con los resultados de los demás evaluadores para obtener un valor conjunto de apreciación de los resultados de la prueba. También se tomarán en cuenta las opiniones, aportes y correcciones dadas por los evaluadores para realizar mejoras en el cumplimiento de la funcionalidad del ambiente virtual de aprendizaje PESCO 4.0.

Nombre director: Hugo Hernando Andrade Sosa

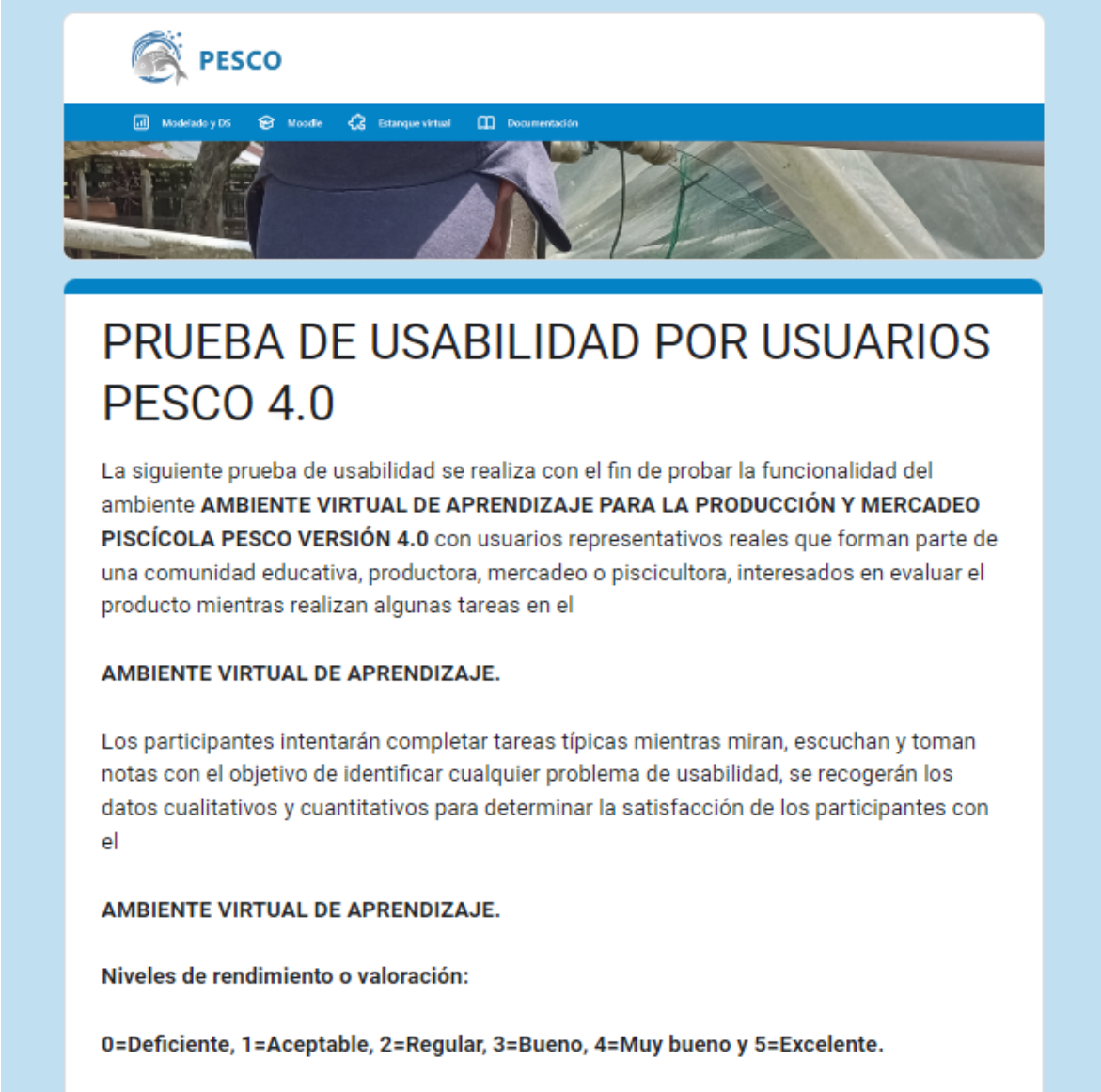
Cargo: Profesor Escuela de Ingeniería de Sistemas


Nombre Codirector: Carlos Aníbal Vásquez Cardozo





Cargo: Profesor Pensionado Asociado IPRED

## Anexo G. Pruebas de usuarios.

Ilustración 43. Formulario para los usuarios participantes en la prueba de usuarios.



 **PESCO**

 Modales y DS  Moodle  Estanque virtual  Documentación

## PRUEBA DE USABILIDAD POR USUARIOS PESCO 4.0

La siguiente prueba de usabilidad se realiza con el fin de probar la funcionalidad del ambiente **AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO PISCÍCOLA PESCO VERSIÓN 4.0** con usuarios representativos reales que forman parte de una comunidad educativa, productora, mercadeo o piscicultora, interesados en evaluar el producto mientras realizan algunas tareas en el

**AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE.**

Los participantes intentarán completar tareas típicas mientras miran, escuchan y toman notas con el objetivo de identificar cualquier problema de usabilidad, se recogerán los datos cualitativos y cuantitativos para determinar la satisfacción de los participantes con el

**AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE.**

**Niveles de rendimiento o valoración:**

**0=Deficiente, 1=Aceptable, 2=Regular, 3=Bueno, 4=Muy bueno y 5=Excelente.**

**Nombre \***

Tu respuesta \_\_\_\_\_

**Ocupación \***

Tu respuesta \_\_\_\_\_

**Edad \***

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Ingrese a esta dirección [Pesco - Pagina Principal \(uis.edu.co\)](http://uis.edu.co) dando click a través \* de cualquier navegador con conexión a Internet.

¿Qué tan eficiente fue la carga de la pagina dada?

5

4

3

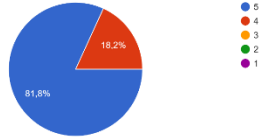
2

1

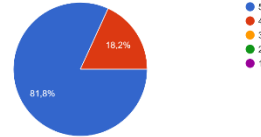
Para mayor observación del formulario ir al siguiente enlace:  
[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdnrCQk\\_1PxkFxJINyshVpqhlfgxJ-Rxn3sA54qm3XC2Ly0fA/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdnrCQk_1PxkFxJINyshVpqhlfgxJ-Rxn3sA54qm3XC2Ly0fA/viewform?usp=sf_link)

## Ilustración 44. Gráficos de los resultados obtenidos de la prueba de usuarios.

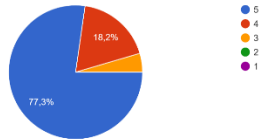
Ingrese a esta dirección Pesco - Pagina Principal (uis.edu.co) dando click a través de cualquier navegador con conexión a Internet. ¿Qué tan eficiente fue la carga de la pagina dada?  
22 respuestas



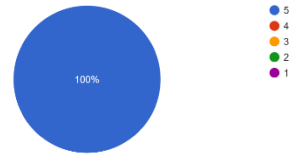
Ingrese a esta dirección Pesco - Pagina Principal (uis.edu.co) dando click a través de cualquier navegador con conexión a Internet. ¿Explorando la... que tan eficiente ve la información suministrada?  
22 respuestas



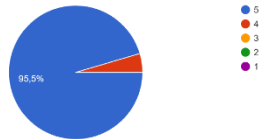
Ingrese a esta dirección Pesco - Pagina Principal (uis.edu.co) dando click a través de cualquier navegador con conexión a Internet. Explorando la pagina valore el aspecto visual del Home page.  
22 respuestas



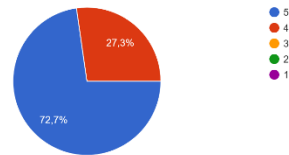
Ingrese a la pestaña de Modelado y DS en esta dirección Pesco - Pagina Principal (uis.edu.co) dando click a través de cualquier navegador con co...ito a la pagina del grupo de investigación SIMON ?  
22 respuestas



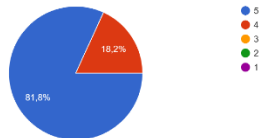
Ingrese a la pestaña de Moodle dando click en esta dirección https://simon.uis.edu.co/pesco/moodl... ¿Lo redirigió con éxito a la pagina del Moodle ?  
22 respuestas



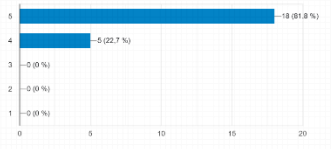
En los cursos disponibles de Moodle ingrese al curso Clase Teórica de Piscicultura del curso Sistema de Producción de Porcinos y Acuicultura e ...¿Cómo le pareció el ingreso al curso del Moodle ?  
22 respuestas



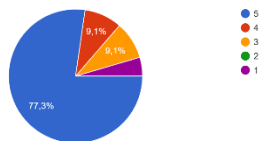
En el curso Clase Teórica de Piscicultura del curso Sistema de Producción de Porcinos y Acuicultura navegue y observe todo el contenido. ¿Qué tan bueno le parece el contenido del curso?  
22 respuestas



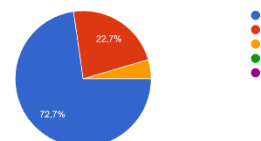
Al observar y navegar en el curso del Moodle ¿Qué le parece la información suministrada en el curso?  
22 respuestas



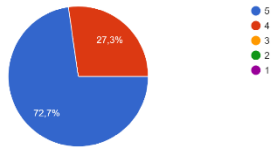
Ingrese a la pestaña de Estanque virtual en esta dirección Pesco - Pagina Principal (uis.edu.co) dando click en estanque virtual a través de cualqui...irigió con éxito al componente virtual PESCO 4.0 ?  
22 respuestas



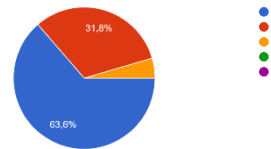
Inicie sesión con el usuario: user1 Contraseña: pesco123 ¿Cómo le pareció el ingreso de sesión al componente virtual PESCO 4.0 ?  
22 respuestas



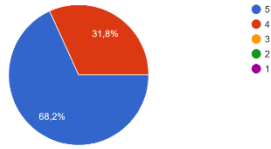
Al observar y navegar en el menú del componente virtual PESCO 4.0 ¿Cómo le pareció el aspecto visual del menú?  
22 respuestas



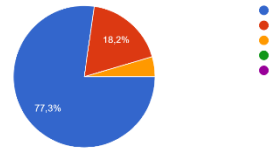
Ingrese en la opción Juego controlado ¿Cómo le pareció el despliegue de niveles en la opción Juego controlado?  
22 respuestas



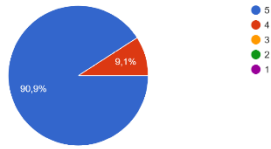
Al observar y navegar en el despliegue de niveles de la opción Juego controlado ¿Cómo le pareció la información suministrada en los niveles?  
22 respuestas



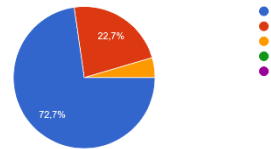
Al observar y navegar en el despliegue de niveles de la opción Juego controlado ¿Qué tan bueno le parecen los controles para navegar en los niveles?  
22 respuestas



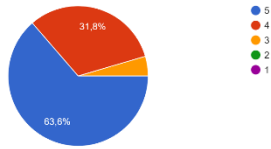
Ingrese con el botón de play a cualquier nivel del juego controlado. ¿Cómo le pareció el ingreso al iniciar el nivel?  
22 respuestas



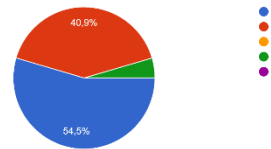
Al ingresar al nivel seleccionado observe con atención toda la introducción y detalle la ventana del ambiente con todos los botones que tiene. Califique el aspecto visual del nivel seleccionado.  
22 respuestas



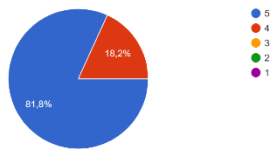
Luego de leer las instrucciones observe con atención toda la información mostrada en la tabla de producción. Califque su experiencia y comprensión...on los datos mostrados en la tabla de producción.  
22 respuestas



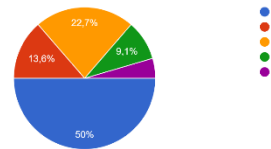
Siga las instrucciones y las misiones a cumplir señaladas en el nivel seleccionado. Califque su experiencia al realizar las misiones del nivel para cumplir con los objetivos del nivel seleccionado.  
22 respuestas



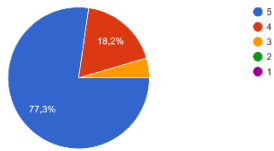
Venda su pez o su lote de peces para dar conclusión al nivel seleccionado. Califque su experiencia al terminar el nivel seleccionado.  
22 respuestas



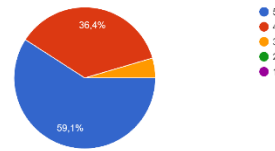
Al realizar un nivel del componente virtual de PESCO 4.0 en el modo juego controlado. Califque su dificultad al realizar el nivel seleccionado.  
22 respuestas



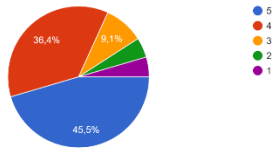
Al realizar un nivel del componente virtual de PESCO 4.0 en el modo juego controlado. Califique el aspecto visual del nivel seleccionado.  
22 respuestas



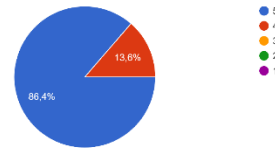
Realice una pequeña partida en el modo Juego Libre y lea la descripción del mismo para valorar la experiencia. Califique su experiencia en el modo Juego Libre.  
22 respuestas



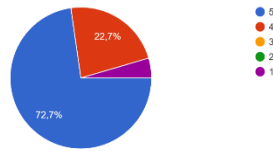
Realice una pequeña partida en el modo Juego Libre y lea la descripción del mismo para valorar la experiencia. Califique la dificultad en el modo Juego Libre.  
22 respuestas



Valore su experiencia en el AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO PISCÍCOLA PESCO VERSIÓN 4.0  
22 respuestas



Por último valore el desplazamiento entre el conjunto del AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO PISCÍCOLA PESCO...a hora de realizar esta prueba de Usabilidad.  
22 respuestas



Al observar los resultados se noto que mayoritariamente los gráficos de respuestas están entre el valor 5 y 4, lo cual representó en los usuarios que tienen un punto de vista favorable entre lo Muy Bueno y lo Excelente de funcionalidad y el aspecto visual del ambiente virtual de aprendizaje para la producción y mercadeo piscícola pesco versión 4.0. Pero también se observó que en el apartado del componente virtual los resultados fueron intermedios en la dificultad de realizar niveles del Juego Controlado, esto llevó al planteamiento de mejoras visuales en el componente virtual para lograr solucionar este aspecto y también al planteamiento de mejoras futuras para las próximas versiones.