

**AMBIENTE SOFTWARE PARA EL APRENDIZAJE Y TOMA DE DECISIONES
SOBRE LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO PISCÍCOLA VERSIÓN 3.0**

ANDRÉS MALDONADO VARGAS

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

2018

**AMBIENTE SOFTWARE PARA EL APRENDIZAJE Y TOMA DE DECISIONES
SOBRE LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO PISCÍCOLA VERSIÓN 3.0**

ANDRÉS MALDONADO VARGAS

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero de Sistemas

DIRECTOR

HUGO HERNANDO ANDRADE SOSA

Magíster en Informática

CODIRECTORES

LUIS EDUARDO GUERRA GONZÁLEZ

Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática

CARLOS ANÍBAL VÁSQUEZ CARDOZO

Magíster en Sistemas de Producción Animal

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

BUCARAMANGA

2018

DEDICATORIA

A Dios: Por guiar mi sendero y darme momentos especiales en la vida.

A mi madre Matilde Vargas: por su amor, por sus esfuerzos, por su formación. Por ser una madre ejemplar y ser mi ángel. Madre: ¡continúan los triunfos!

A mi padre Gilberto Maldonado: Por acompañarme con su presencia desde el cielo y por regalarme una familia única llena de valores y mucho amor.

A mis hermanos Gilberto y Andrea: Por ser mis compañeros de vivencias, mis confidentes, mi apoyo en mis sueños y proyectos.

A mis abuelos: Por ser el regalo más perfecto de Dios, por su sabiduría, su entrega y su afecto el cual recordaré por siempre.

A mi tía Rosa Amelia: Por su apoyo, su compañía y recordarme que con paciencia y dedicación todo tiene su fruto.

A mi familia y amigos: Por su cariño y amistad, por su tiempo y disposición, por darme la certeza de que siempre podré contar con ellos.

A mis profesores: Por guiarme y formarme como persona y profesional.

Al grupo SIMON: Por su acompañamiento, formación como investigador y ayuda durante el desarrollo del proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática por la oportunidad de formarme como ingeniero, por ofrecerme espacios para el conocimiento y un conjunto excelente de profesores.

Al profesor Hugo Andrade, por dirigir este proyecto. Por sus consejos y enseñanzas, por su tiempo y compromiso, por sus tantas cualidades y habilidades que reconocen su calidad como gran educador. Expreso mi respeto, admiración y eterno agradecimiento por su valioso aporte y guiarme hacia un porvenir brillante.

Al profesor Carlos Aníbal Vásquez, por brindarme todo su apoyo y su experiencia para aprender acerca del área de piscicultura, un campo de gran valor para el país.

Al ingeniero Eduardo Guerra, por su iniciativa y por compartir conmigo sus conocimientos sobre Pesca, por sus explicaciones y su paciencia para aprender sobre este significativo proyecto.

Al ingeniero Jathinson Meneses, por su disposición, su ayuda, su consejo y asesoría siempre en las dificultades y en los logros.

Al grupo SIMON de Investigación, por abrirme sus puertas y por contar con un grupo de personas maravillosas dispuestas siempre a colaborar y a difundir la Dinámica de Sistemas como herramienta y medio para el cambio de la sociedad.

A mi familia, por brindarme siempre su apoyo incondicional, por estar presente en todo momento, por inculcarme el deseo de superación y de buscar la excelencia en todo lo que se hace.

A mis mejores amigos, por su compañía y sus consejos, por su ayuda y por ser mi segunda familia.

Gracias a todas y cada una de las personas que hicieron posible el desarrollo de mi proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. PRESENTACIÓN	17
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DOCUMENTO	17
1.2 OBJETIVO GENERAL	18
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4 JUSTIFICACIÓN	19
2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	23
3. MARCO TEÓRICO	28
3.1 EDUCACIÓN, MODELADO Y TIC	28
3.2 MODELADO	29
3.3 OFERTA Y DEMANDA	30
3.4 SOFTWARE EDUCATIVO	31
3.5 JUEGO SERIO	31
3.6 INGENIERÍA DE SOFTWARE	32
3.7 MOTOR DE VIDEOJUEGO	33
4. METODOLOGÍA	34
4.1 METODOLOGÍA PARA EL MODELADO	34
4.2 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE	35
5. DESARROLLO DEL PROYECTO	37

5.1	EVALUACIÓN DE PRODUCTOS	37
5.2	LEVANTE DE REQUERIMIENTOS	41
5.3	DISEÑO	44
5.4	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN	50
5.5	PRUEBAS	53
5.6	DIVULGACIÓN	56
6.	CONCLUSIONES.....	57
7.	RECOMENDACIONES	58
	BIBLIOGRAFÍA.....	60
	ANEXOS.....	63

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Métricas proporcionadas por SonarQube	40
Tabla 2 Ejemplos de requerimientos del juego	42
Tabla 3 Ejemplos de requisitos del juego	43
Tabla 4 Especificación caso de uso Jugar	47
Tabla 5 Elementos del modelo de producción piscícola	65
Tabla 6 Elementos del modelo de mercado piscícola	74
Tabla 7 Requerimientos Juego Versión 3.0	77
Tabla 8 Requisitos Juego Versión 3.0	78
Tabla 9 Requerimientos Página Versión 3.0	82
Tabla 10 Requisitos Página Versión 3.0	83
Tabla 11 Caso de uso específico: Nuevo Juego	88
Tabla 12 Caso de uso específico: Jugar	89
Tabla 13 Caso de uso específico: Vender peces	90
Tabla 14 Caso de uso específico: Salir del juego	91
Tabla 15 Resumen niveles del juego	93

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Planteamiento del ambiente	23
Figura 2: Componentes del ambiente en la segunda versión	24
Figura 3: Estado del ambiente	25
Figura 4: Diagrama de componentes.....	26
Figura 5: Interfaces de Pesco en sus diferentes versiones.....	27
Figura 6 Ley de la oferta y la demanda.....	30
Figura 7: El modelado con Dinámica de sistemas	34
Figura 8: Desarrollo evolutivo	36
Figura 9 Prueba de Pesco	38
Figura 10 Prueba de WebAppMercado.....	39
Figura 11 Prueba MASIP y sitio web	39
Figura 12 Resultados evaluación técnica	41
Figura 13 Cambio de modelo en avance de nivel	45
Figura 14 Acceso al ambiente y ubicación de modelos	46
Figura 15 Caso de uso Jugar.....	46
Figura 16 Caso de uso Vender	48
Figura 17 Diagrama de actividades Juego.....	49
Figura 18: Vista superior inicial de los espacios del juego	51
Figura 19: Interfaces primer prototipo	52
Figura 20: Interfaces segundo prototipo	52
Figura 21: Interfaces prototipo final.....	53
Figura 22: Ejemplo de prueba de simulación	54
Figura 23: Prueba del juego en navegadores Firefox y Edge	55

Figura 24 Modelo de producción piscícola.....	64
Figura 25 Modelo de mercado piscícola	73
Figura 26 Caso de uso general Juego	87
Figura 27 Caso de uso específico Juego: Nuevo juego.....	87
Figura 28 Caso de uso específico Juego: Jugar.....	88
Figura 29 Caso de uso específico Juego: Vender peces.....	90
Figura 30 Diagrama de actividades Juego.....	92

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Modelos base del ambiente.....	63
Anexo B Análisis de requisitos Juego PESCO.....	77
Anexo C Análisis de requisitos Página web.....	82
Anexo D Casos de uso Juego PESCO.....	87
Anexo E Resumen de niveles de juego.....	93
Anexo F Formularios de pruebas de usuario.....	95
Anexo G Artículo de divulgación.....	99

RESUMEN

TÍTULO

AMBIENTE SOFTWARE PARA EL APRENDIZAJE Y TOMA DE DECISIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN Y MERCADEO PISCÍCOLA VERSIÓN 3.0*

AUTORES

Andrés Maldonado Vargas**

PALABRAS CLAVE

Dinámica de sistemas, ambiente educativo, piscicultura, simulación

DESCRIPCIÓN

Dentro de los trabajos del grupo SIMON de Investigación en la línea de informática en la educación, se encuentra una propuesta que impulsa y acompaña los procesos de aprendizaje y toma de decisiones en piscicultura haciendo uso de la Dinámica de Sistemas (DS). Este proyecto lo constituyen un juego para teléfonos móviles que simula un sistema productivo de peces, una aplicación para computador personal que ofrece contenidos relacionados con temáticas del sistema y permite experimentar con modelos de DS, y un sitio web que soporta información teórica que complementa el ambiente.

Se han realizado dos versiones a través de trabajos de grado y una propuesta de investigación y extensión titulada *Dinámica de sistemas para el aprendizaje en la agroindustria* (DISAI) a partir de las cuales, en el contexto del presente trabajo de grado, se empieza una etapa de implementación web de los productos software. Iniciando por la actualización del juego, se realiza la formulación de nuevos modelos para la producción y comercialización y se plantea un nuevo diseño del contenido y forma del juego.

En esta nueva versión del proyecto se presenta el juego PESCO implementado en plataforma web, con nuevas características que incluye gráficos 3D en su interfaz, modelos de DS de complejidad creciente, mayor interacción con el sistema productivo junto a diferentes modalidades de participación en el mercado para las acciones de venta.

Para el planteamiento de los modelos de DS se utilizó el software Evolución mientras que para el desarrollo del videojuego fue utilizado el motor de Unity junto a la herramienta Visual Studio Professional.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Director Hugo Hernando Andrade Sosa. Codirectores Luis Eduardo Guerra González, Carlos Aníbal Vásquez Cardozo

ABSTRACT

TITLE

SOFTWARE ENVIRONMENT FOR LEARNING AND DECISION-MAKING ON PISCICULTURAL PRODUCTION AND MARKETING VERSION 3.0*

AUTHORS

Andrés Maldonado Vargas**

KEYWORDS

System dynamics, educational environment, pisciculture, simulation

DESCRIPTION

Within the work of the SIMON group of Research in the line of informatics in education, is a proposal that drives and accompanies the processes of learning and decision making in fish farming using the Systems Dynamics (SD). This project is a game for mobile phones that simulates a fish production system, an application for personal computer that offers content related to system topics and allows to experiment with models of SD, and a website that supports theoretical information that complements the environment.

Two versions have been carried out through degree works and a research and extension proposal entitled *Dinámica de sistemas para el aprendizaje en la agroindustria* (DISAI) from which, in the context of the present work of degree, a stage begins of web implementation of software products. Starting with the update of the game, the formulation of new models for production and commercialization is made and a new design of the content and form of the game is proposed.

In this new version of the project, the PESCO game is presented, implemented in a web platform, with new features that include 3D graphics in its interface, SD models of increasing complexity, greater interaction with the productive system together with different modalities of participation in the market for the shares of sale.

For the approach of the SD models Evolution software was used while for the development of the video game the Unity engine was used together with the Visual Studio Professional tool

* Thesis

** Faculty of Engineering Physics and Mechanical. School of Engineering and Information Systems. Director Hugo Hernando Andrade Sosa. Codirectores Luis Eduardo Guerra González, Carlos Aníbal Vásquez Cardozo.

INTRODUCCIÓN

El Grupo SIMON de Investigación, adscrito a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander, los últimos 25 años ha realizado trabajos desde campos tales como la educación, la salud y la agronomía, en procura de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y lograr un estudio de los fenómenos de índole social, cultural, económico, entre otros. Estos trabajos teóricos y prácticos buscan considerar y observar el aporte de los paradigmas del Pensamiento Sistémico y la Dinámica de Sistemas a las problemáticas actuales.

Las condiciones de la región de Santander como potencial productor para el mercado pesquero refuerzan la necesidad de formar a sus habitantes en nociones básicas relacionadas con la industria, de modo que puedan interactuar y por medio de la simulación vayan adquiriendo destrezas, habilidades y conocimiento para desarrollar sus competencias laborales.

Puntualizando en el proceso formativo de técnicos, tecnólogos y profesionales del Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia – IPRED de la Universidad Industrial de Santander, existen dificultades para la enseñanza de la piscicultura en la experiencia práctica. La primera limitación se encuentra en el tiempo, pues el tiempo requerido para una producción de peces excede el tiempo de un semestre académico. La segunda se refiere a los costos, pues el desplazamiento hasta el lugar donde se encuentra el estanque y los gastos para mantener la producción van en aumento proporcional a la duración del experimento. También no hay una regularidad en la toma de datos para el seguimiento del crecimiento de los peces. Como no hay corroboración práctica del componente teórico no hay aprendizaje significativo.

Este proyecto, cuyo origen se encuentra en el deseo de dar continuidad al trabajo de grado denominado *Ambiente software integrado por un juego para teléfonos móviles, un sitio web y una aplicación para computador personal, para el aprendizaje y toma de decisiones versión 2.0*, pretende poner a disposición una herramienta a la educación en el sector piscícola, de modo que parte de las funcionalidades y servicios ofrecidos en versiones anteriores esté al alcance de un mayor número de usuarios adaptándose a las tecnologías vigentes, y así, dirigido en primera instancia, hacia la implementación web.

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 y la justificación del trabajo de grado.

El capítulo 2 presenta el contexto en que se desarrolla el proyecto, presentado 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 en cada campo que aporta a este estudio de enfoque multidisciplinario.

El capítulo 4 presenta las metodologías utilizadas para los procesos de modelado y del desarrollo del software.

El capítulo 5 presenta el proceso de desarrollo del software, comenzando por una evaluación de las anteriores versiones 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 y 7 presentan las conclusiones y recomendaciones surgidas a partir del desarrollo de este trabajo de grado y que aportan para el desarrollo de futuros trabajos de grado.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una nueva versión del ambiente de producción y mercadeo de peces, PESCO, orientado al aprendizaje y toma de decisiones a través de ambientes virtuales fundados en el conocimiento de la piscicultura y el mercado. Para ello se realizará un proceso de mantenimiento y actualización dirigido hacia la implementación web.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar las versiones anteriores del ambiente software (Pesco 1.0 y Pesco 2.0), por medio de mecanismos que permitan la identificación de falencias e implementación de correcciones para el perfeccionamiento del producto tales como:
 - Implantar niveles de complejidad en el sistema productivo considerando factores propios de un sistema de producción de peces y del mercadeo de los mismos.
 - Permitir operar con alternativas de participación en el mercado: competitiva de producción individual, participación asociativa para

atender una demanda fija, participación asociada dentro de un ambiente competitivo.

- Implementar niveles de dificultad contemplando niveles de complejidad para atender el sistema productivo y participando en sistemas de mercadeo competitivo y asociativo.

2. A partir del resultado de la evaluación, desarrollar la versión 3 de Pesco como herramienta para el apoyo del aprendizaje de la producción y mercadeo de peces, por medio de una aplicación web que pueda ser accedida desde navegadores de escritorio.
3. Realizar la evaluación a través de pruebas de simulación, del software y de usuario en el ambiente software, tomando los resultados obtenidos como fundamentos para correcciones, nuevos requerimientos o recomendaciones para versiones futuras.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el ágil incremento de la población mundial y con ello las necesidades de alimentación, la permanente contaminación de las aguas y el cada vez más oprimido recurso pesquero en nuestras aguas continentales han encontrado en la actividad piscícola una alternativa viable para la producción proteica de origen animal. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la pesca y la piscicultura contribuyen a la seguridad alimentaria gracias a los contenidos de micronutrientes, vitaminas, minerales, ácidos grasos y calcio, entre otros aportes que sitúa el pescado como proteína animal altamente nutritiva.

En una industria creciente como lo es la acuicultura en Colombia, en donde la efectividad de los paquetes tecnológicos de producción para las diversas especies acuícolas es aún incierta, es necesario analizar los contratiempos alusivos a las variables que integran el universo de la piscicultura, tales como las características de las especies, sus condiciones de cultivo, los recursos medioambientales, la disponibilidad de líneas genéticamente viables para las condiciones locales, la disponibilidad de asistencia técnica capacitada, entre otras.

Visto desde la perspectiva de un entorno local, Santander cuenta con un alto potencial para la acuicultura donde se destaca la riqueza hídrica y la interconexión como factores claves a la hora de liderar la producción de peces. De hecho, se ha identificado municipios que propician condiciones para la explotación de especies (Redacción agropecuaria Vanguardia Liberal, 2016) que podrían permitir la cobertura del mercado nacional y la expansión hacia plazas de carácter internacional obteniendo así el fortalecimiento de la industria pesquera de Colombia y representando un sustento para pescadores, cultivadores y demás partícipes de esta actividad en la región.

Partiendo de la problemática que presentan las técnicas de manejo y los sistemas para la administración de recursos acuáticos, especialmente la piscicultura, es decir, en lo que se refiere al cultivo de peces en un cuerpo de agua en forma totalmente controlada por el hombre, se plantea este proyecto, con el fin de, mediante tecnologías de información y computación, facilitar la comprensión global del negocio de producción de peces, en términos de los factores básicos de producción y de mercadeo, así como mostrar alternativas de participación en el mercado no sólo competitivas sino además asociativas, siendo todo ello una motivación para los estudiantes con el objetivo de un estudio más profundo del negocio de la piscicultura, dirigiéndose así, en primera instancia, hacia los estudiantes del programa académico de Tecnología Agroindustrial impartido por el Instituto de

Proyección Regional y Educación a Distancia de la Universidad Industrial de Santander – IPRED, UIS

En este contexto, el grupo SIMON de investigaciones en Modelamiento y Simulación, perteneciente a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander – UIS, ha incursionado en el campo de la educación, en especial diseñando herramientas informáticas para fomentar el aprendizaje, mediante el modelado y simulación. De ahí que la gestión de un sistema productivo y la comercialización de su producción han sido tenidas en cuenta para desarrollar trabajos que giran alrededor del acercamiento de estos temas a la escuela, siendo la piscicultura el modelo de estudio por las razones enunciadas; en consecuencia, durante los últimos nueve años se ha venido ahondando en estudios relacionados con la producción de peces en el sector educativo generando dos versiones anteriores a ésta, en las que las mejoras y los aportes han sido progresivos, logrando alcances valiosos para el desarrollo de siguientes versiones.

En este orden de ideas, lo que se pretende con la ejecución de este trabajo de grado es la implementación del resultado de dichas investigaciones a un entorno Web, 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, fáciles, con servicios y funcionalidades adicionales que aportan significativamente a la práctica educativa.

Teniendo en cuenta que la necesidad continua y que el constante cambio de la educación como pilar para el desarrollo de toda sociedad han generado que el ser

humano indague acerca de las metodologías y técnicas para fomentar el aprendizaje y perduración del conocimiento en sus descendientes, se ha ideado este ambiente de producción y mercadeo de peces orientado al aprendizaje y toma de decisiones a través de ambientes virtuales fundados en el conocimiento de la piscicultura y el mercado, de esta manera al integrar los objetivos de este trabajo de grado con el uso de la lúdica y los juegos interactivos, éstos últimos alcanzan un rol importante al favorecer un alto nivel de participación y un intercambio rápido entre la acción y la reacción.

Como consecuencia de esta doctrina, los videojuegos se sitúan en medio de la interacción y la interactividad creando nuevos tipos de aprendizaje y de actividades cognitivas que no están disponibles en los entornos tradicionales de educación, llevando al estudiante al planteamiento de situaciones o problemas próximos a la realidad y hallazgo de soluciones, sin correr el riesgo de efectos no deseables en el mundo real.

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

El ambiente de aprendizaje y toma de decisiones se plantea inicialmente tal como lo muestra la Figura 1. Mediante el uso del computador y del teléfono móvil, se plantean un escenario para la experimentación que conduce a la reflexión. Con esta condición es posible la toma de decisiones. El juego donde se tiene el sistema de producción se comunica con el servidor del sitio web para consultar un precio y el jugador determina si desea realizar la acción de venta. Ya en el computador, cuenta con instrumentos donde puede consultar la información de su partida de juego, ilustrarse sobre los componentes teóricos y con simuladores experimentar sobre sus acciones y los efectos que tendría tomar una determinada decisión. Así, con la consulta y el conocimiento se crea un estado para el aprendizaje.

Figura 1: Planteamiento del ambiente



Fuente: Ambiente software integrado por un juego para teléfonos móviles, un sitio web y una aplicación para computador personal, para el aprendizaje y toma de decisiones. Guerra y Ríos, 2011.

Es a través de trabajos de grado que se han realizado versiones del ambiente, contando para la segunda versión con tres productos principales (Figura 2): Un juego para teléfonos móviles (PESCO) donde se simula un sistema productivo de peces, un programa de escritorio denominado Micromundo de aprendizaje de sistemas productivos (MASIP) con herramientas para complementar el aprendizaje y un sitio web de apoyo al ambiente.

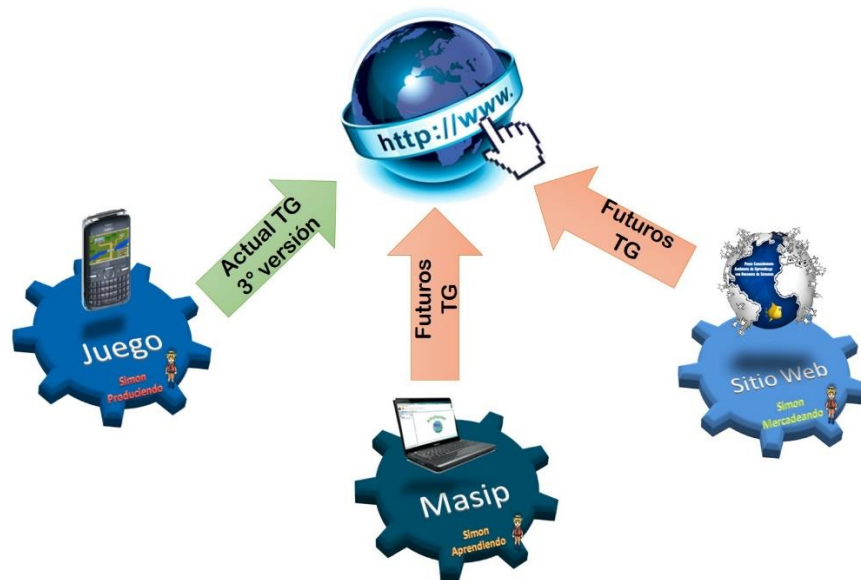
Figura 2: Componentes del ambiente en la segunda versión



Fuente: Ambiente software integrado por un juego para teléfonos móviles, un sitio web y una aplicación para computador personal, para el aprendizaje y toma de decisiones Versión 2.0. Castro y Zambrano, 2012.

Considerando los trabajos de investigación y desarrollo al interior del grupo SIMON alrededor de la temática de piscicultura, el nuevo enfoque de los productos software del ambiente se centran a llevarlos hacia una implementación web. Este trabajo de grado se concentró en el diseño, desarrollo e implementación exclusivamente del juego (Figura 3).

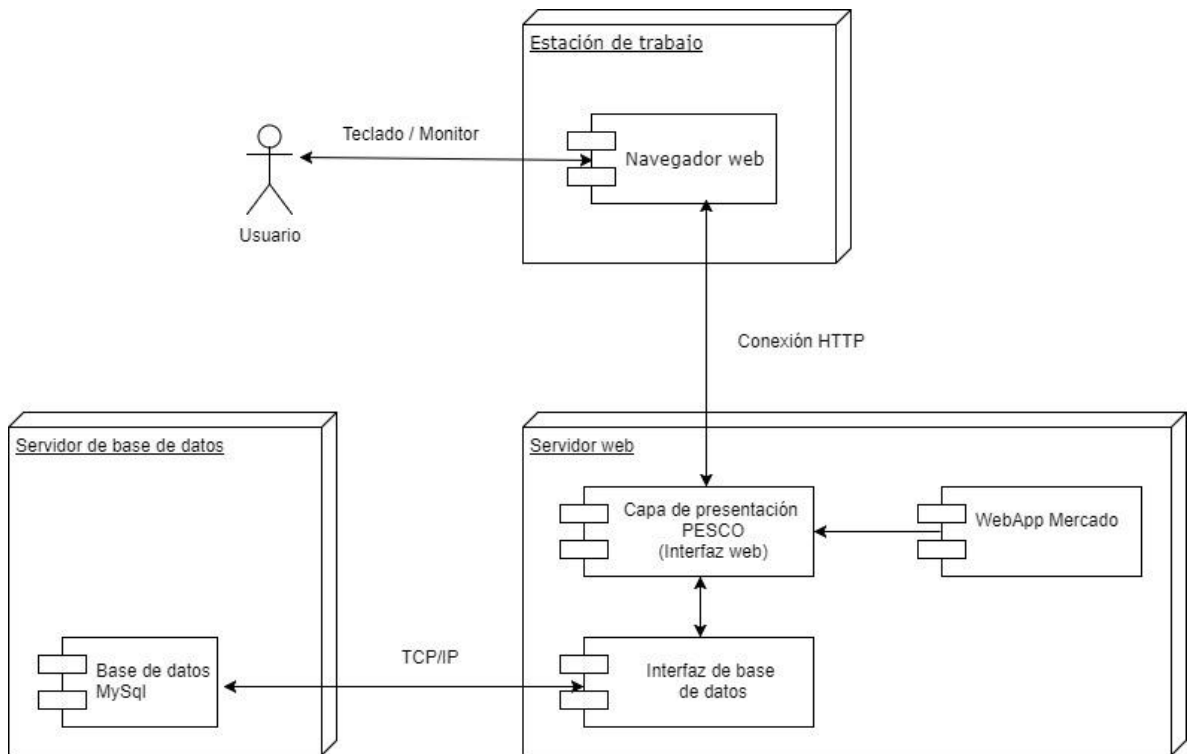
Figura 3: Estado del ambiente



La arquitectura del juego se puede observar en la Figura 4. Consta de una estación de trabajo, un servidor web y un servidor de base de datos. El usuario accede desde un navegador web al juego y es aquí se le despliega la interfaz web. Para iniciar o continuar una partida del juego, el sistema toma la información necesaria de la base de datos. Ya en la simulación del juego, se vale del WebApp Mercado para consultar un precio de venta. También, a medida que se avanza, el sistema guarda la información del estado de juego. La mayor parte del trabajo se centró en el

componente de la capa de presentación dentro del servidor web. También se realizaron las modificaciones pertinentes al WebApp Mercado y la base de datos.

Figura 4: Diagrama de componentes



La labor fundamental consistió en el planteamiento y crecimiento en complejidad de los modelos de Dinámica de Sistemas que describen el sistema de producción y mercadeo de peces. Al sistema productivo, que gira en torno a la mojarra roja, se le añade el efecto de la temperatura y las decisiones del jugador mientras que el mercado se ajusta a condiciones necesarias para el juego.

Luego, se idean niveles de juego acordes al material teórico-práctico que se enseña al estudiante de agroindustria. Se ajustan los modelos de DS de modo que incremente su complejidad en función del progreso del juego.

Más adelante se inicia el proceso de desarrollo y pruebas del juego, tratando de incorporar la mayor cantidad de funciones de sus versiones antecesoras.

Figura 5: Interfaces de Pesco en sus diferentes versiones



Finalmente, PESCO se presenta con un cambio en el sistema gráfico (Figura 5) hacia gráficos 3D, 7 niveles de juego, mayor interacción con el sistema productivo en las acciones de compra y suministro de alimento, y 3 alternativas de participación en el mercado, las cuales recrean situaciones de un comportamiento real que favorecen la reflexión sobre los efectos de la competencia y la asociación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 EDUCACIÓN, MODELADO Y TIC

La relación del modelado y simulación en la escuela (ambiente de aprendizaje formal) se presenta en una propuesta interdisciplinaria en donde la informática constituye un recurso que aporta software especializado, con el cual es posible promover procesos de aprendizaje caracterizados por la construcción (modelado) y la experimentación (simulación). (Andrade, 2014)

El modelado, la simulación y el paradigma de pensamiento dinámico sistémico proveen a los estudiantes habilidades y perspectivas para entender correctamente la compleja dinámica social, económica, tecnológica y los problemas medioambientales de su futuro.

Como propuesta de integración de la TI en los proyectos educativos, en el grupo SIMON se ha formalizado (Andrade, 2014), la iniciativa surgida en el marco del convenio entre el Grupo SIMON y el programa Computadores Para Educar (CPE), la cual propició oportunidades para llevar la dinámica de sistemas a la escuela y así facilitar los procesos de construcción y reconstrucción del conocimiento, en un espíritu de construcción de explicaciones científicas.

Dentro de las herramientas software especializadas, desarrolladas por el grupo SIMON, se encuentra Evolución 4.,5 para el modelado y simulación con dinámica de sistemas; el proyecto MAC como integrador de la dinámica de sistemas y los

programas actuales de la escuela; y RedEscuela con el fin de facilitar el trabajo colaborativo en red, entre profesores.

3.2 MODELADO

Un modelo se refiere a una representación, ya sea abstracta, análoga, fenomenológica o idealizada, de un objeto que puede ser real o ficticio (Cala). El modelado busca mejorar el conocimiento y la comprensión de un fenómeno o proceso, implicando un estudio de la interacción entre las partes de un sistema y el sistema como un todo. También permite una mejor comprensión, explicación y descripción de los sistemas estudiados.

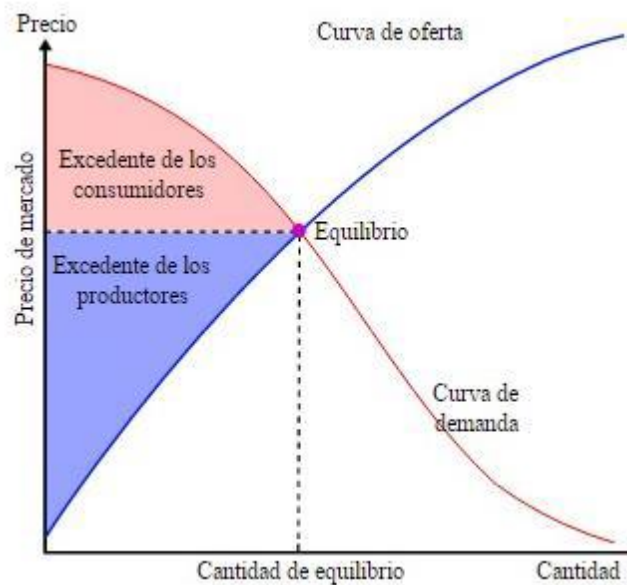
Junto con la dinámica de sistemas, permite el aprendizaje en el individuo valiéndose de representaciones en términos de causalidad circular y la identificación de bucles de realimentación entre los elementos.

Además, el proceso de modelado facilita una dinámica de investigación que expresa su producto en términos de la explicación científica que describe el modelo construido, modelo que responde a la pregunta sobre el porqué se presenta el fenómeno estudiado. Este proceso de modelado se guía por el enfoque de la Sistémica (Bunge, 2014), que explica con una mirada del todo a las partes y de las partes al todo, para construir el sistema modelo como producto final.

3.3 OFERTA Y DEMANDA

Principio básico sobre el que se sustenta la economía de mercado. Refleja la relación entre la demanda que existe en el mercado y la cantidad del mismo que es ofrecido en base al precio que se establezca (Glosario de contabilidad Debitoor). De acuerdo con la teoría, el precio de un bien se situará en un punto de equilibrio siendo la demanda igual a la oferta, representado así el precio que el consumidor está dispuesto a cancelar por el bien.

Figura 6 Ley de la oferta y la demanda



Fuente: www.encyclopediainanciera.com

3.4 SOFTWARE EDUCATIVO

El software educativo es descrito como cualquier programa computacional cuyas características estructurales y funcionales sirven de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar. Posee la cualidad de ser altamente interactivo, a partir del empleo de recursos multimedia como videos, sonidos, fotografías, ejercicios y juegos que apoyan las funciones de evaluación y diagnóstico.

Dentro de las funciones que cumple el software (Marquès) se encuentra:

- Informativa. Presentan contenidos relacionados con una información estructurada de la realidad.
- Instructiva. Orientan y regulan el aprendizaje de los estudiantes.
- Motivadora. Incluyen elementos para captar la atención e interés de los estudiantes.
- Evaluadora. La evaluación puede presentarse de forma implícita, cuando el estudiante detecta sus errores a partir de las respuestas que suministra, o de forma explícita, cuando se trate de informes generados a partir de la actuación del alumno.

3.5 JUEGO SERIO

Los juegos serios se refieren a la tecnología de juegos de ordenador utilizada para fines de formación y educación. Operan en el nexo donde la tecnología de juego y

de gráficos de computador se encuentran con el diseño instruccional y las necesidades de modelado y simulación.

El valor de estos juegos se encuentra en su capacidad para simular una versión simplificada de la realidad y así ayudan a las personas a entender las variables, causas y efectos que impactan en el mundo real a través de ejercicios de juego de roles. (Annetta, 2008)

3.6 INGENIERÍA DE SOFTWARE

La ingeniería del software es una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza (Sommerville, 2011).

Las actividades fundamentales de la ingeniería del software son:

1. Especificación software. Los clientes y los ingenieros definen el software que se va a producir y las limitaciones en su funcionamiento.
2. Diseño e implementación del software. Es cuando se diseña el software y se programa.
3. Validación de software. Cuando se verifica para asegurarse de que el software es lo que el cliente requiere.
4. Evolución del software. Se modifica el software para reflejar las necesidades cambiantes de los clientes y el mercado.

3.7 MOTOR DE VIDEOJUEGO

Un motor de videojuego es un entorno de trabajo diseñado para la creación y desarrollo de videojuegos. Ofrece una serie de herramientas y utilidades que sirven de apoyo para los diferentes roles del equipo de producción que incluye artistas, programadores, animadores, músicos, entre otros.

Entre los motores más populares se encuentran Unreal Engine, Stencyl, UDK, Unity y CryEngine. Sus aplicaciones abarcan el uso de renderización, detector de colisiones, iluminación, diseño de escenarios y personajes que se fusionan con animaciones, sonido, música, redes, scripting e inteligencia artificial.

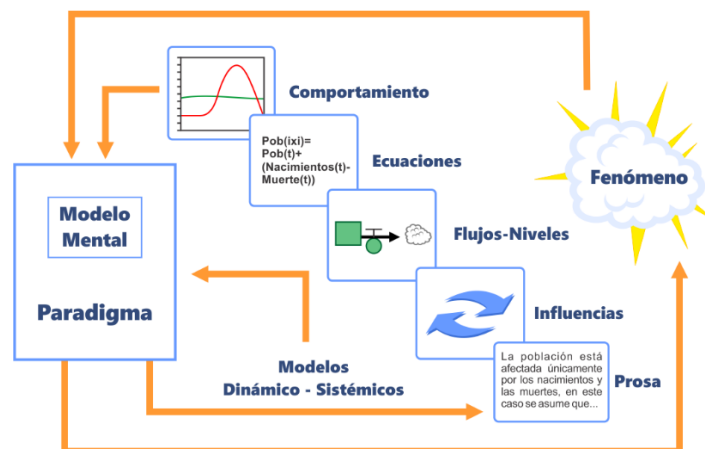
4. METODOLOGÍA

4.1 METODOLOGÍA PARA EL MODELADO

La metodología para el modelado utilizada son los prototipos de cobertura y complejidad creciente.

El estado de entendimiento de un fenómeno está representado por la imagen o modelo mental que de él se hace. Dicha imagen sobre un fenómeno particular está cambiando continuamente, ya sea por nuevas percepciones y experiencias proporcionadas por el contacto con el fenómeno o porque se reinterpretan experiencias y conceptualizaciones pasadas. El modelo mental representa el fenómeno desde nuestra perspectiva y actúa como filtro en nuestra relación con el fenómeno.

Figura 7: El modelado con Dinámica de sistemas



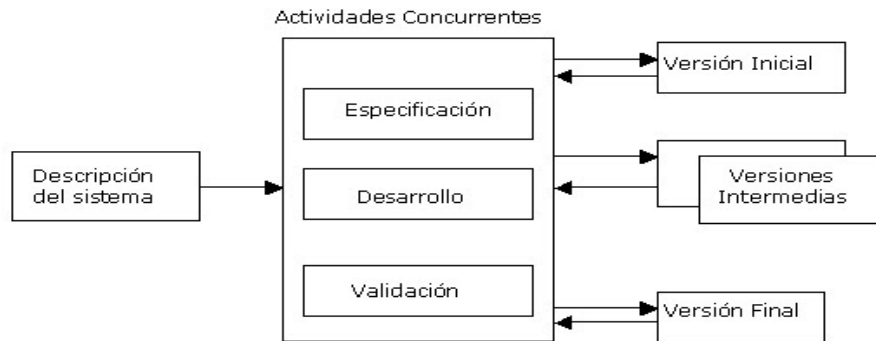
Fuente: ANDRADE, Hugo H, et al. Pensamiento sistémico: Diversidad en busca de unidad.

A partir de la Figura 7, se entiende que el estudio dinámico-sistémico de un fenómeno consiste en una iteración consecutiva de dicho proceso de doble ciclo que pasa por los diferentes lenguajes de la Dinámica de Sistemas. El proceso iterativo es visto como la construcción de prototipos, de versiones de modelos susceptibles de mejorar en una siguiente iteración. Siguiendo el proceso, el estudio de fenómenos en el paradigma dinámico-sistémico, sucede en nuestra interacción con un mundo real, el fenómeno y, además, con un mundo virtual, el modelo dinámico-sistémico, mediadas ambas por nuestro modelo mental.

4.2 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE

La metodología para el desarrollo del software utilizada es el desarrollo evolutivo. Se basa en la idea de desarrollar una implementación inicial, exponiéndola a los comentarios del usuario y refinándola a través de las diferentes versiones hasta que se desarrolla un sistema adecuado, tal como se observa en la Figura 8. Las actividades de especificación, desarrollo y validación se entrelazan en vez de separarse, con una rápida realimentación entre éstas.

Figura 8: Desarrollo evolutivo



Fuente: SOMMERVILLE, Ian. Software engineering.

Las ventajas que presenta esta metodología incluyen una especificación que puede desarrollarse de forma creciente y un mejor entendimiento del sistema tanto de los usuarios como los desarrolladores, lo cual se refleja en una mejora de la calidad del software.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

Dentro del trabajo de investigación del grupo SIMON se encuentra una propuesta para el aprendizaje y toma de decisiones en piscicultura, que fue concebida desde 2009. Elaborada por Eduardo Guerra González y César Augusto Ríos Porras, se hace lanzamiento del ambiente software en el 2011. Un año más tarde, Margarita Rosa Zambrano Urbina y Jahel Jazmin Castro trabajan en el mantenimiento mediante un trabajo de grado. Con el material de esta última versión se inicia la evaluación para el desarrollo del presente trabajo de grado.

5.1 EVALUACIÓN DE PRODUCTOS

La evaluación se dividió en dos etapas: una etapa donde se ejecutaban y distinguían las funcionalidades y atributos de cada producto software, y una segunda etapa que consistió en la evaluación técnica para medir la calidad. Los productos software resultado del proyecto anterior son:

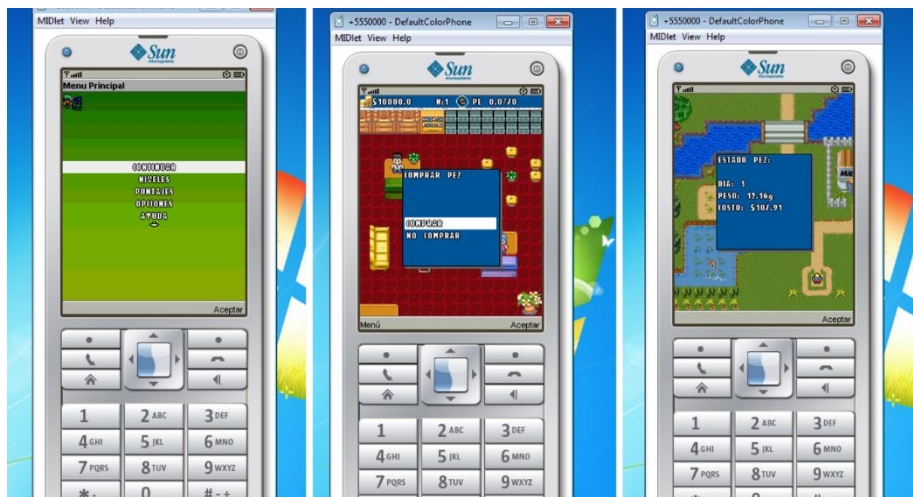
- **Pesco:** Juego desarrollado en Java, estructurado en dos niveles de juego (Nivel 1 – Pesco Pez y Nivel 2 – Pesco Estanque) que se ejecutaba en teléfonos móviles.
- **WebAppMercado:** Aplicación web desarrollada en Java que ejecutaba una simulación de un mercado.

- Micromundo de aprendizaje de sistemas productivos MASIP: Programa de escritorio desarrollado en Delphi 7, con herramientas y utilidades para el aprendizaje.
- Sitio web: Implementado en el gestor de contenidos Joomla! Que contenía información del proyecto y los vínculos de descarga de los productos.

En una primera exploración, se ejecutaron los productos en simuladores de máquina virtual con sistema operativo Windows 7.

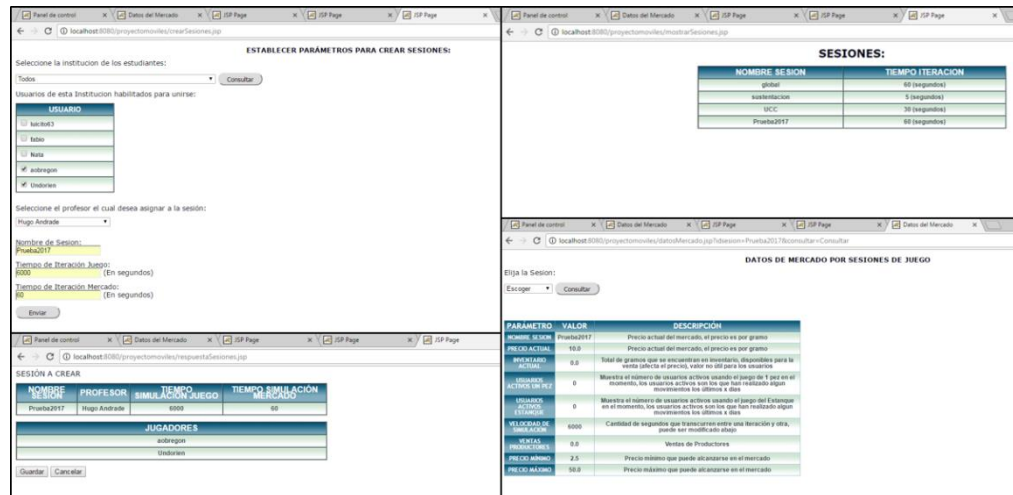
Montando toda la infraestructura para probar la funcionalidad del juego, en lo que se refiere de fondo a base de datos y emuladores, en la Figura 9 se observa parte de las pantallas que constituyen la experiencia, evidenciándose las acciones de compra de peces y de alimento por tarifas preestablecidas, seguimiento de la producción mediante paneles de información y venta de los peces.

Figura 9 Prueba de Pesca



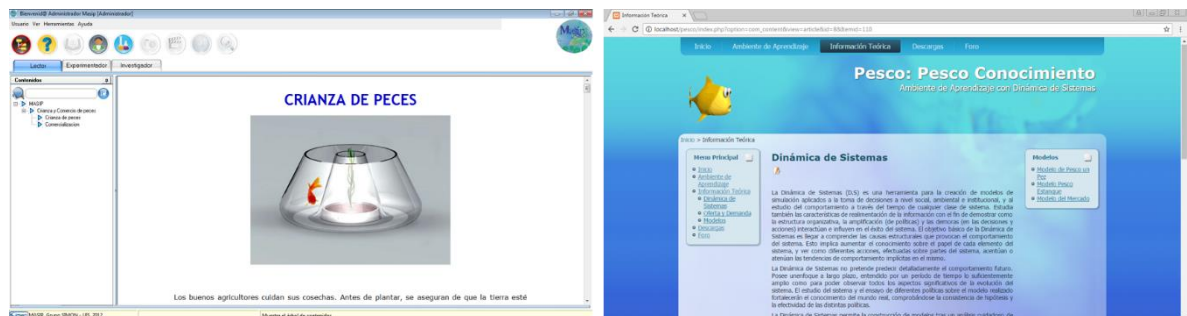
Para verificar el funcionamiento del mercado, se instaló la aplicación en el servidor Tomcat y se creó una sesión de prueba (Figura 10), validándose así el correcto funcionamiento del producto.

Figura 10 Prueba de WebAppMercado



Para el resto de los productos, no hubo complicación alguna al momento de probarlos y sus características se centraban hacia una interfaz con propósitos de información (Figura 11). Se encontraron pequeños errores de visualización tales como el embebido de fuentes y truncamiento de mensajes.

Figura 11 Prueba MASIP y sitio web



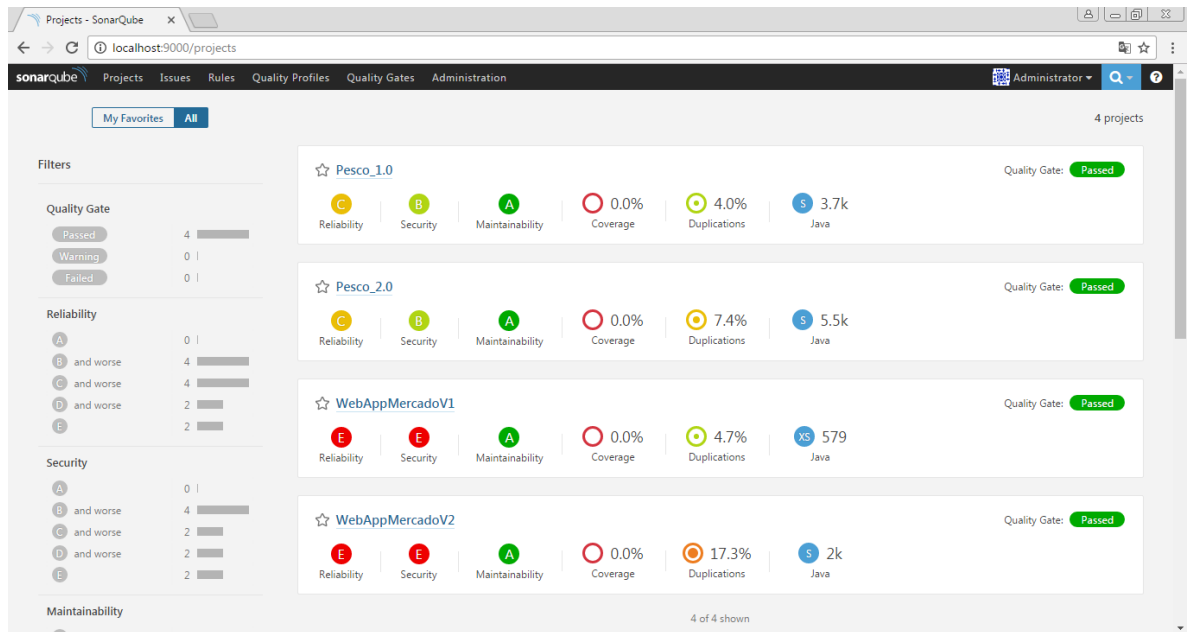
Terminada esta fase, se realizó una evaluación técnica del juego Pesco y del producto WebAppMercado tanto de la primera como la segunda versión. Con la herramienta SonarQube, se midió mediante métricas la calidad del código de los programas.

Tabla 1 Métricas proporcionadas por SonarQube

Métrica	Descripción
Código duplicado	Porcentaje de código repetido.
Complejidad	Referido a la complejidad ciclomática.
Tamaño	Listado de propiedades de código, clases y anotaciones legibles al programador en el código fuente.
Violaciones	Malas prácticas (v.g. arreglo de un fallo, característica pedida) presentes en el proyecto.

Terminado el análisis del programa, se evidencia que los productos logran pasar el control de calidad impuesto por SonarQube. En resumen, por métricas, el mayor porcentaje de código duplicado y de vulnerabilidades se encuentra en WebAppMercadoV2 mientras la mayor complejidad está en PescoV2.

Figura 12 Resultados evaluación técnica¹



5.2 LEVANTE DE REQUERIMIENTOS

Las recomendaciones recogidas en la segunda versión a través de las pruebas de aceptación y el lapso entre la propuesta de una nueva versión (alrededor de cuatro años), permitieron estipular y definir las nuevas características que se esperaban para el proyecto. Por tanto, la evaluación se dirigió hacia el reconocimiento de los productos más que identificar errores para un mantenimiento.

Para futuras versiones del proyecto de piscicultura, se busca llevar todos los productos software a una implementación web. Por ende, parte de los requerimientos originales de las primeras versiones permanecen junto con ciertos requerimientos propios de la funcionalidad en la web. El primer objeto para

¹ Para mayor detalle de la evaluación, remítase al documento anexo Informe de evaluación técnica.

reestructurar es el juego Pesco, producto software en el que se centrará el desarrollo de la tercera versión.

A continuación, se enuncian los requerimientos del juego:

1. Permitir iniciar el juego.
2. Iniciar el juego y tareas de actualización.
3. Instrucción para el usuario.
4. Capacidad de simulación.
5. Capacidad de venta de producción.
6. Salvar progreso del juego.
7. Comprobar perfil del jugador en el servidor.
8. Permitir movimiento y simulación del pez o peces.
9. Capacidad de simulación de modelos de producción.
10. Seguimiento y control de la producción.
11. Permitir opciones de venta.
12. Ver resumen de producción.

Asociando la información a cada producto software, se formalizan requisitos y requerimientos² para el proyecto. Tomando como referencia el videojuego, algunos requerimientos y requisitos se describen en la Tabla 2 y en la Tabla 3 respectivamente.

Tabla 2 Ejemplos de requerimientos del juego

RQT04	Llevar una producción
Descripción	Permitir monitorear el peso, el alimento y el oxígeno de la producción, con el fin de

² Remitirse a Anexo B y Anexo C.

	proporcionar información que permita la opción de vender
RQT08	Ver el pez en la simulación
Descripción	Mostrar en una pantalla al pez o peces
RQT12	Alerta de inventarios
Descripción	Alertar cuando el inventario de alimento esté próximo a agotarse

Tabla 3 Ejemplos de requisitos del juego

REQ-03	Capacidad de simulación
Requerimientos asociados	Requerimiento 04, Requerimiento 06
Descripción	El juego permitirá hacer una simulación interna de la producción para el cálculo de los valores de las variables y mostrarlas al jugador.
Datos específicos	Datos del modelo: Peso del pez, ración alimenticia, oxígeno disuelto, biomasa, entre otros.
REQ-10	Seguimiento y control de la producción
Requerimientos asociados	Requerimiento 10, Requerimiento 11, Requerimiento 12
Descripción	El sistema debe mostrar el desarrollo de la producción y permitir compra de insumos cuando sea necesario, de igual forma alertar cuando el inventario esté próximo a agotarse.
Datos específicos	Inventario de peces, inventario de alimento, dinero disponible.
REQ-12	Ver resumen de producción
Requerimientos asociados	Requerimiento 14
Descripción	El sistema debe mostrar un resumen de los costos y utilidad de la experimentación con el lote de producción de peces del usuario.
Datos específicos	Costo de compra, de alimento y mantenimiento diario. Acumulado de ventas, utilidad del ejercicio.

5.3 DISEÑO

De acuerdo con lo propuesto en el plan del trabajo de grado, se busca obtener:

- Modelo matemático de simulación de la dinámica de producción y comercialización de peces.
- Software que facilita el uso de los modelos matemáticos con propósitos de aprendizaje.
- Ambiente virtual de aprendizaje resultado de la integración de los modelos matemáticos y el software.

Para diseñar el software, se partió de los modelos planteados desde la primera versión y con las mejoras efectuadas por los desarrolladores de la segunda versión. Los modelos que se refieren a producción son dependientes del diseño del juego mientras el modelo de mercadeo no presenta esta condición.

A la hora de revisar la documentación disponible, se hace necesario redactar un documento de diseño del juego³ en el cual se detallen las mecánicas, flujos de pantallas, progreso, niveles, inteligencia artificial, entre otras cuestiones propias de un videojuego. Con esto, se facilita la propuesta de niveles de complejidad en la operación del juego y el modelo acorde a cada uno.

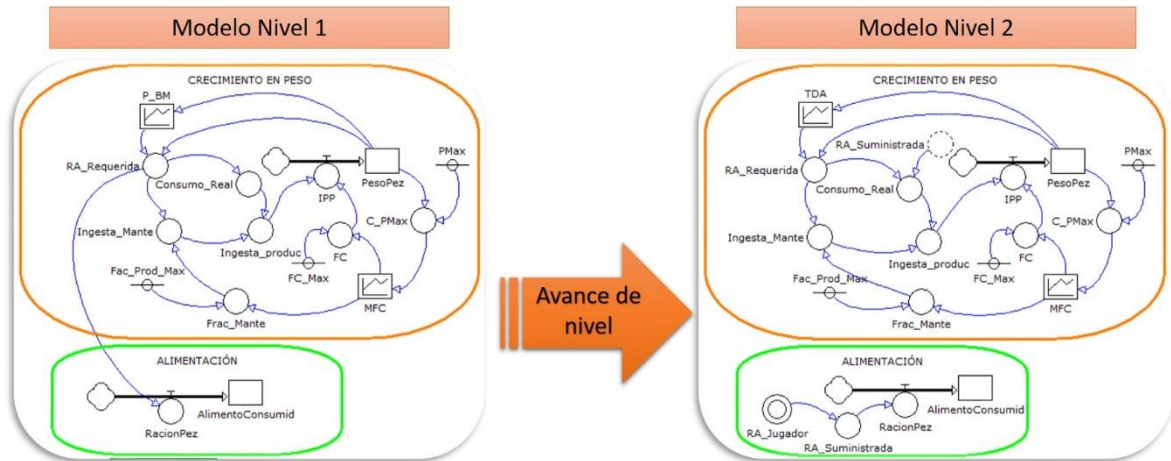
Por ejemplo, para definir un nivel de juego es necesario establecer los objetivos de aprendizaje (por tratarse de un juego serio), un material introductorio y de apoyo, un level win⁴ y un cierre. Tomando como referencia el segundo nivel de Pesco, el

³ Para mayor detalle, remítase al documento anexo Game Design Document.

⁴ Level win: Condiciones mínimas necesarias de una partida en un nivel que permiten el avance en el flujo del juego.

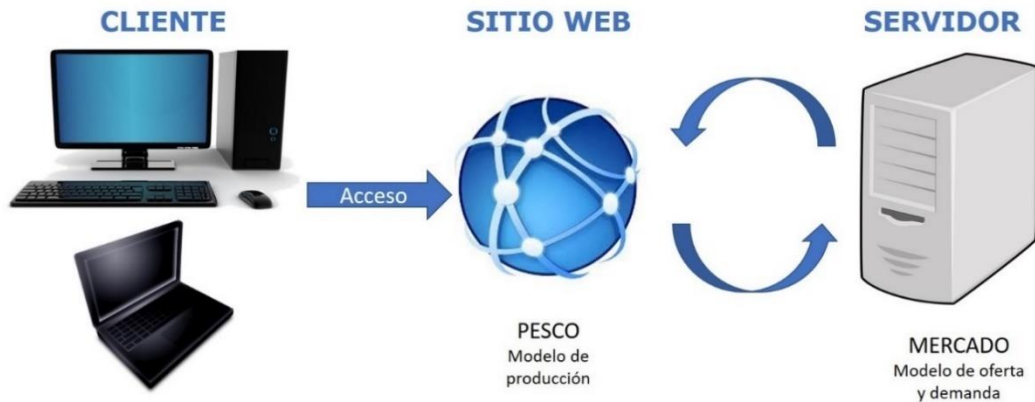
objetivo es que el jugador entienda la relación entre la ración alimenticia y el peso del pez, es aquí donde el modelo de dinámica de sistemas que mejor se acopla es la variación del modelo del nivel 1 en el sector de alimento (Figura 13). Un resumen de las principales características por nivel se presenta en el Anexo E.

Figura 13 Cambio de modelo en avance de nivel



Respecto al ambiente virtual de aprendizaje, se planteó fusionar los contenidos de Pesca y MASIP, para reunir toda la información y ser accedida desde cualquier navegador web con vínculo al sitio. De este modo, los modelos y la comunicación entre los dispositivos que soportan el ambiente quedan ilustrado en la Figura 14.

Figura 14 Acceso al ambiente y ubicación de modelos



En lo que referente a casos de uso del juego, se hace modificaciones en los casos de uso específico de jugar y de venta. El caso de uso de jugar se estructura con las decisiones que puede tomar un jugador durante la acción en el juego, tal como se observa en la Figura 15 y su especificación se indica en la Tabla 4.

Figura 15 Caso de uso Jugar

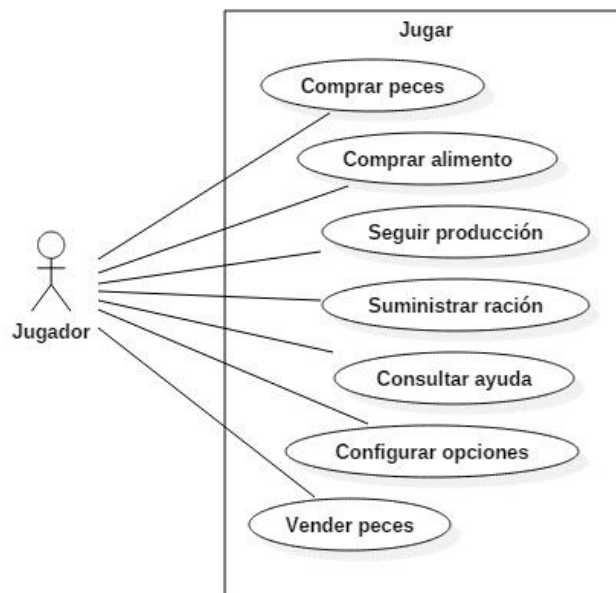
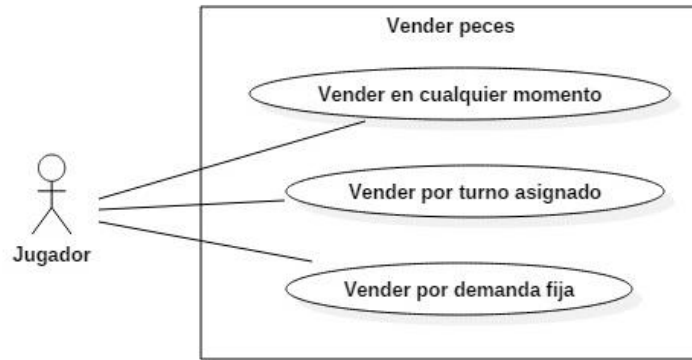


Tabla 4 Especificación caso de uso Jugar

REQUISITO FUNCIONAL - CASO DE USO FORMATO EXPANDIDO	
CASO-002	Jugar
Actores	
<ul style="list-style-type: none"> Jugador 	
Pre-Condición:	Para la realización de este caso de uso primero deben cumplirse las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> Haber ingresado con su usuario al juego. Estar vinculado a una sesión de juego.
Descripción:	Este caso de uso describe las acciones fundamentales que puede hacer el jugador con su producción.
Tipo:	Primario
CURSO NORMAL DE LOS EVENTOS	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor jugador solicita el ingreso a su sesión.	2. El Sistema valida la información y carga su estado de juego si existe.
3. El actor compra una cantidad de peces.	4. El Sistema refleja los cambios de inventario y prepara el escenario del estanque con los peces.
5. El actor compra una cantidad de alimento.	6. El Sistema refleja los cambios de inventarios.
6. El actor hace seguimiento de su producción.	7. El Sistema muestra por secciones información pertinente a los sectores del sistema productivo.
8. El actor modifica la ración alimenticia.	9. El Sistema refleja los cambios de inventario de alimento.
10. El actor consulta las condiciones para la venta.	11. El Sistema muestra el precio de venta actual del mercado.
12. El actor vende parcial o totalmente su producción.	12. El Sistema registra los datos de venta y muestra el resumen de la producción.
EXCEPCIONES	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. Entrada no válida para la compra de peces.	2. El sistema informará que no posee el dinero suficiente para la compra.
3. Entrada no válida para la compra de alimento.	4. El sistema informará que no posee el dinero suficiente para la compra.
5. Entrada no válida para el cambio de ración alimenticia.	6. El sistema informará que no posee el inventario de alimento suficiente.
7. Entrada no válida para la venta de peces.	8. El sistema informará que no posee el inventario de peces suficiente para la venta.
9. Intento fallido de venta de peces.	10. El sistema informará de un error en la conexión para realizar el proceso de venta.

Para el caso de vender, se diversifica las posibilidades de venta en tres modos donde se puede participar tanto en modalidad competitiva como en formas de asociación (Figura 16).

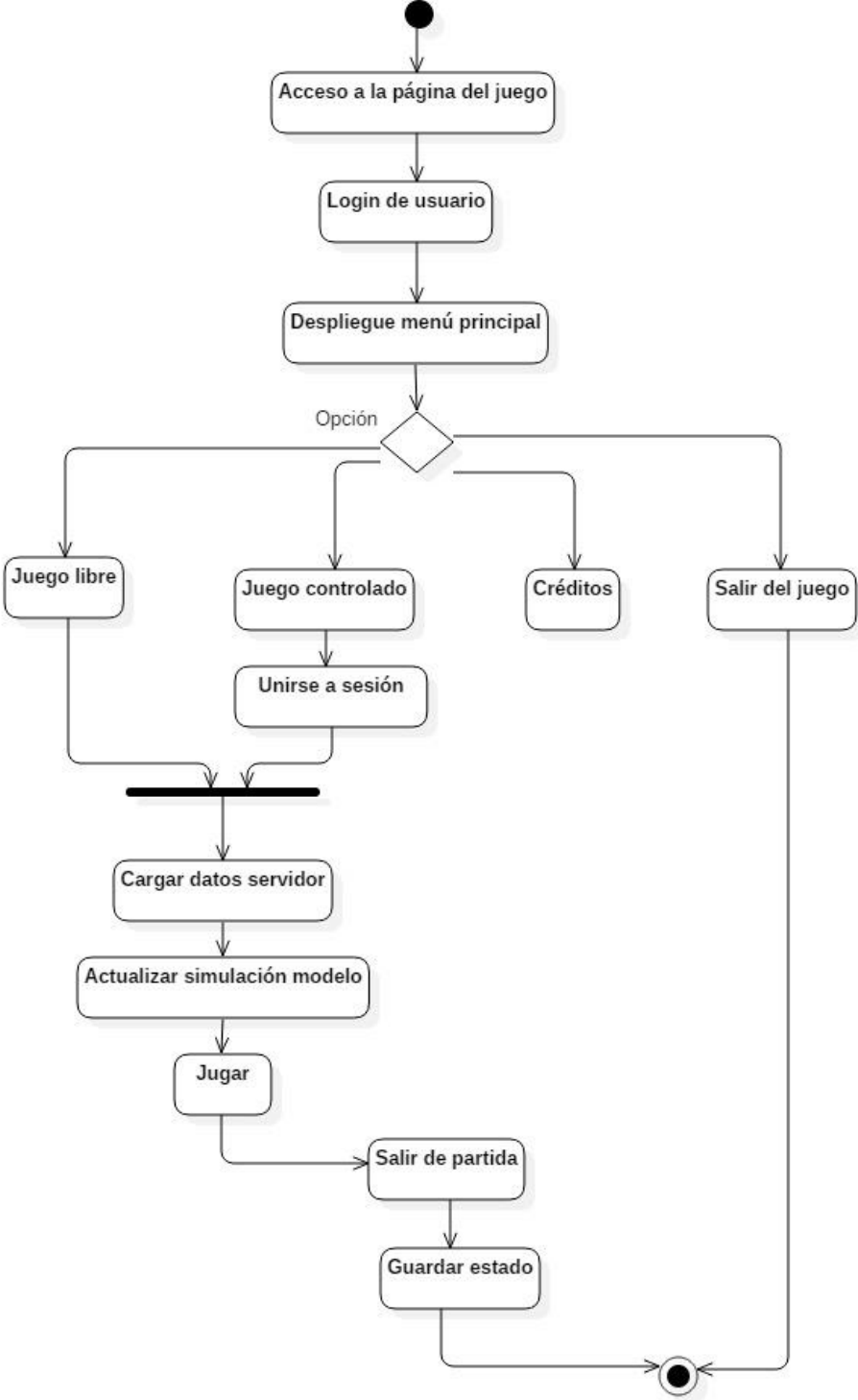
Figura 16 Caso de uso Vender



El propósito de las modalidades de venta está en que el jugador pueda tener, aparte del aprendizaje del sistema productivo, un ejercicio donde entienda la relación que tiene la oferta y la demanda dentro del mercado y consiga identificar influencias entre los sectores del modelo.

El diagrama de actividades que describe el funcionamiento del juego se ilustra en la Figura 17.

Figura 17 Diagrama de actividades Juego



5.4 DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

Para la realización de un videojuego se requiere de un motor de videojuegos, el cual cuenta con una serie de herramientas y utilidades para el desarrollo. El motor seleccionado para Pesco v3 fue Unity en su versión 5.6.3 y el lenguaje de programación C#, pues es el lenguaje de mayor utilización por los usuarios de este software y tiene similitud con Java (lenguaje utilizado para la segunda versión del juego).

Para la edición de código se optó por Microsoft Visual Studio Professional 2017 (Versión 15.1) bajo la licencia de Campus Agreement de la Universidad Industrial de Santander, con el uso de los complementos para Unity (Visual Studio Tools para Unity, versión 3.1.0.0) y Git para el control de versiones.

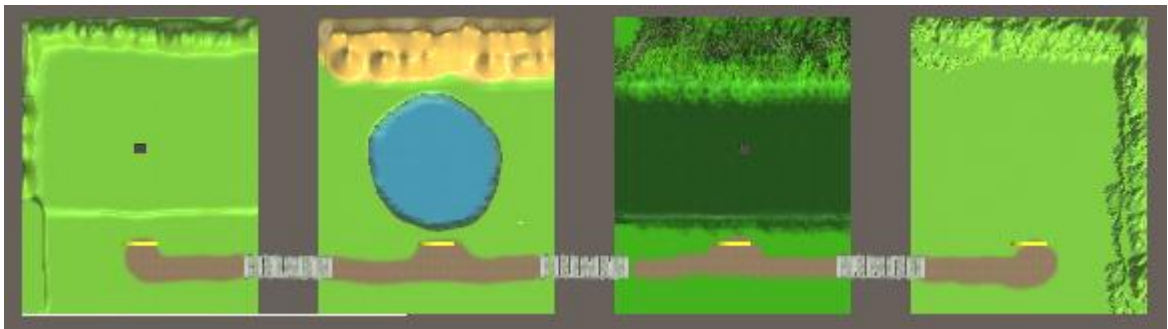
La estructura del videojuego se maneja mediante el concepto de GameObject que es un conjunto de componentes, ya sea una imagen, un sonido, un script, una cámara, una luz, un detector de colisiones, un modelo 3D, un sistema de partículas, entre otros. Las diferentes combinaciones de estos componentes son las que produce los personajes, escenarios, interfaces de usuario, lógica y comportamiento del juego.

Por defecto, un GameObject cuenta con un componente Transform que se define como el conjunto de tres parámetros representados por vectores en tres dimensiones: posición, rotación y escala. Estos indicadores son fundamentales para la ubicación de los elementos dentro del mundo del juego y permiten, mediante operaciones vectoriales, el desplazamiento y la inteligencia artificial de las unidades del juego.

La unión de varios GameObjects se almacena en escenas, que pueden representar menús de interacción o los niveles del juego. Mediante programación y haciendo uso de librerías se describe las transiciones entre escenas, se configura las reglas de operación y se trazan los efectos de los eventos en la experiencia del juego.

El mapa se ideó en cuatro espacios: insumos, estanque, mercado y gremio. En cada espacio se tiene la posibilidad de visualizar información sobre los modelos de producción y mercadeo piscícola para tomar las decisiones. La primera distribución se pensó en forma de islas comunicadas por puentes (Figura 18).

Figura 18: Vista superior inicial de los espacios del juego



Las interfaces del primer prototipo (Figura 19) se crearon con la operación automática del sistema de producción de un pez, es decir, la única opción que se permitía era la venta. Luego, se añadió botones y campos para las otras opciones de juego.

Figura 19: Interfaces primer prototipo



En el segundo prototipo (Figura 20) se mejoraron las interfaces con una distribución de los datos por secciones y la implementación de una barra donde se muestran los inventarios de peces, alimento, dinero disponible, día de simulación y otras anotaciones a considerar para jugar. También se mejoró la presentación de los valores numéricos con redondeo y unidades de medición y la validación de las diferentes entradas para la acción de los modelos junto a mensajes de advertencia en caso de ingreso de una entrada nula para el juego. En el espacio del juego se aplicó una correspondencia entre la cantidad de peces que muestra el indicador del inventario y los mostrados en pantalla.

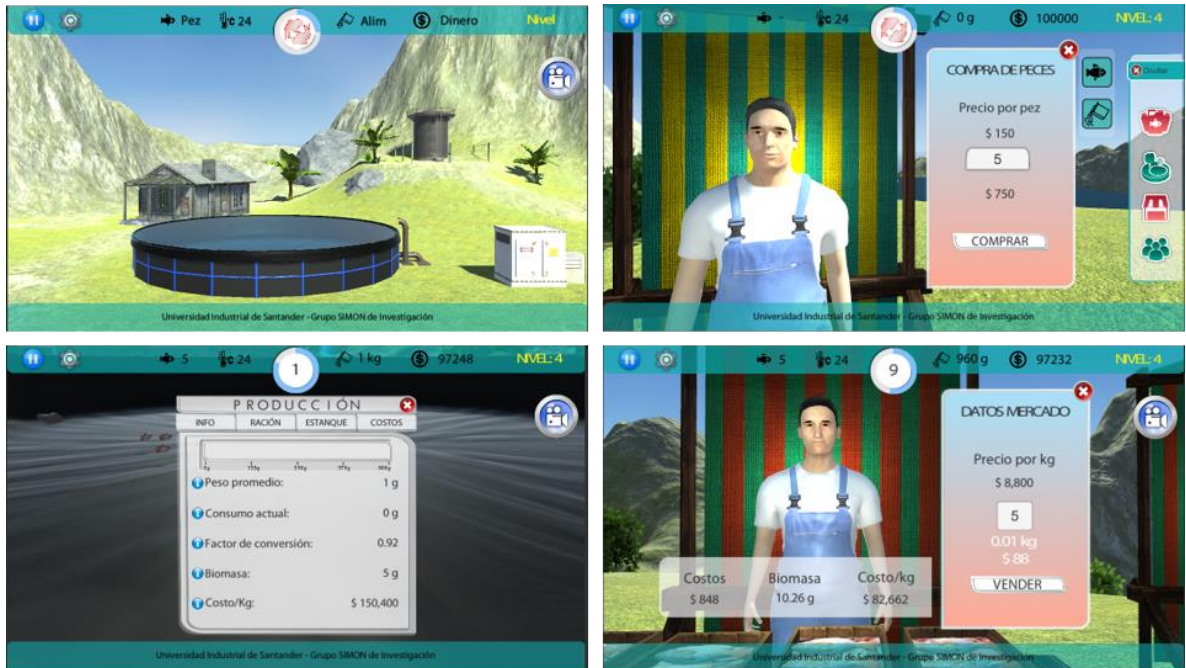
Figura 20: Interfaces segundo prototipo



En el prototipo final (Figura 21), se realizaron cambios en la presentación, con un rediseño de las interfaces e implementación de los modelos 3D que ambientan el

escenario del juego, también se trabaja en la incorporación de las diferentes modalidades de participación en el mercado y la configuración y aspecto de pantallas previas a la ejecución del nivel de juego.

Figura 21: Interfaces prototipo final



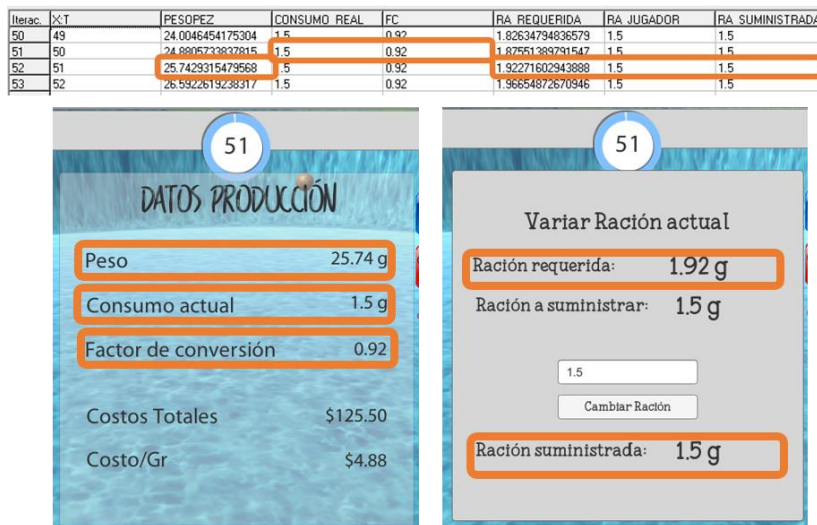
5.5 PRUEBAS

Se realizaron tres tipos de pruebas: de simulación, del software y de usuario. Las pruebas de simulación tienen como propósito corroborar que las salidas de la ejecución del código fuente del juego tenga coherencia con el comportamiento descrito por el modelo de DS.

Para su desarrollo, se planteó un escenario de simulación por modelo productivo de cada nivel del juego y se seleccionaron tres números dentro de un rango definido que corresponderían a tres días diferentes dentro de la simulación. Así, con unos datos de referencia del modelo se constata que el resultado es el mismo⁵.

Por ejemplo, para el modelo del nivel 2 se tuvieron en cuenta los valores del peso del pez, consumo de alimento al día que se está evaluando, factor de conversión, ración requerida por el pez y la ración indicada por el jugador. Dentro de los números de medición se eligió el día de simulación 51 y se comprobó que los cálculos eran similares (Figura 22).

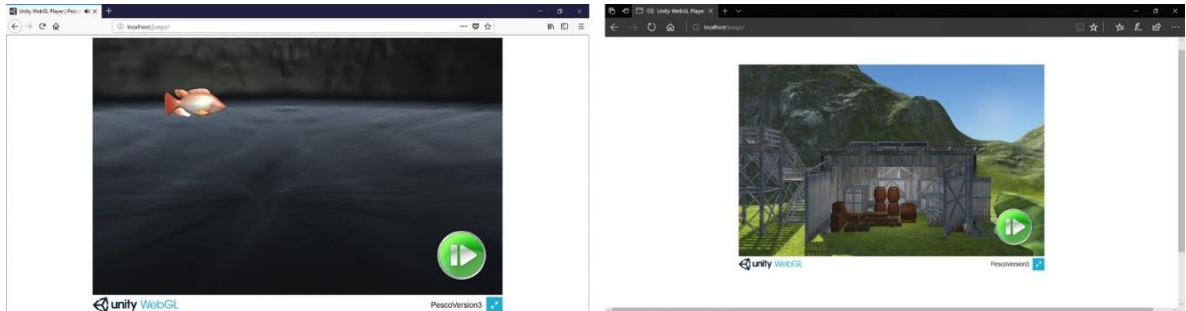
Figura 22: Ejemplo de prueba de simulación



⁵ Para mayor detalle, remítase al documento anexo Pruebas de simulación

Las pruebas del software se realizaron mediante el acceso al juego y sus niveles desde diferentes navegadores de escritorio (Figura 23). Se verificaron las principales funcionalidades del juego⁶.

Figura 23: Prueba del juego en navegadores Firefox y Edge



Las pruebas de usuario se plantearon con el diligenciamiento de formularios y experiencias prácticas con el juego. Comenzando por preguntas donde se describe el estado actual de la enseñanza de piscicultura y sus dificultades, se continúa con un ejercicio del primer nivel de juego. Culminada esta parte, se indaga sobre las acciones realizadas por el usuario y se califica ciertos aspectos del juego. Se prosigue con un ejercicio del segundo nivel de juego para luego culminar con preguntas acerca de la experiencia y sugerencias⁷.

Los formularios propuestos para las pruebas de usuario pueden ser consultados en el Anexo F.

⁶ Para mayor detalle, remítase al documento anexo Pruebas de software

⁷ Para mayor detalle, remítase al documento anexo Pruebas de usuario

5.6 DIVULGACIÓN

Este trabajo de grado fue presentado en:

- XV Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Evento realizado en la ciudad de Cartagena (Colombia) los días 29, 30 de agosto y 1 de septiembre de 2017.
- XV Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas. Evento realizado en la ciudad de Santiago de Chile (Chile) los días 18, 19 y 20 de octubre de 2017.

PESCO se expone como una herramienta que acompaña el aprendizaje y toma de decisiones en la formación de técnicos, tecnólogos y profesionales del área de agroindustria del Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia – IPRED UIS.

Las presentaciones se desarrollaron en modalidad de ponencia. El artículo completo puede encontrarse en el Anexo G.

6. CONCLUSIONES

- Las herramientas usadas permitieron desarrollar un videojuego que tiene una experiencia de juego más completa, con acceso a más información sobre influencia de sectores en el sistema productivo e interacción directa con los modelos.
- Contar con la asesoría de un experto en la producción de peces permitió que se pudieran plantear niveles que van diseñados de acuerdo con la estructura del contenido de cursos de producción agroindustrial, contemplando las variables que intervienen en la producción piscícola para luego comprender la dinámica del mercado.
- El desarrollo de este proyecto, específicamente del videojuego, permitió la aplicación de diferentes conocimientos de cursos tales como matemáticas, pensamiento sistémico, modelado estructural, base de datos, ingeniería del software, programación en general, estructura de datos y análisis numérico.
- La participación en eventos de divulgación permitió consolidar los conocimientos de la ingeniería de sistemas en el campo del modelado y la simulación con dinámica de sistemas y pensamiento sistémico.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar interfaces que muestren un calendario donde se pueda definir fechas de siembra, posibles días para la cosecha y sincronización de las producciones cuando se participe dentro de una forma de asociación.
- Se recomienda ampliar las opciones de compra de alimento por presentación de concentración de proteína, pues en una producción real esta decisión se hace de acuerdo con la etapa de crecimiento en que se encuentran los peces.
- Se recomienda implementar la utilidad de plantar un estanque con unas dimensiones específicas, ya que el tamaño del mismo indica la capacidad de producción.
- Se recomienda en futuros desarrollos del ambiente trabajar para realizar el seguimiento a varias producciones en estanques de geomembrana, los cuales dependerán de la adquisición por parte del jugador.
- Trabajar en una diversificación en la producción de peces en el juego, en el sentido de contemplar otras especies como el bocachico y la trucha, entre otros.
- Continuar con el proceso de modelado y simulación de un escenario con una presencia de un mayor número de sectores que intervengan en el sistema productivo.

- Llevar el ambiente más allá del ámbito académico, realizando experiencias con productores que conduzcan a la reflexión sobre la toma de decisiones y la importancia de la asociatividad.

BIBLIOGRAFÍA

Alsina, Pep, *et al.* *10 ideas clave: El aprendizaje creativo*. 1ra edición. Editorial GRAO, 2009. 211 páginas. ISBN: 84-7827-711-7.

Andrade, Hugo H, *et al.* *Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de unidad*. 1ra edición. Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2001. 423 páginas. ISBN: 958-9318-78-9

Andrade, Hugo, *et al.* *El modelado y la simulación en la escuela: de preescolar a undécimo construyendo explicaciones científicas*. 1ra edición. División de Publicaciones UIS, 2014. 260 páginas. ISBN: 978-958-8504-24-7

Annetta, Leonard A. *Serious Educational Games: From Theory to Practice*. 1ra edición. Sense Publishers, 2008. 83 páginas. ISBN: 978-90-8790-379-4

Ares, Mara. *Videojuegos: construye tu empresa en 10 pasos*. 1ra edición. Alfaomega Grupo Editor Argentino, 2015. 172 páginas. ISBN: 978-987-1609-82-6

Bunge, Mario. *Big questions come in bundles, hence they should be trackled systemically*. European Meetings on Cybernetics and Systems Research (EMCSR)CSR,2014. ISSN: 2305-6991 BCSSSS

Cala, Favio. ¿Qué es modelado y simulación (M&S)? [En línea] Universidad Jorge Tadeo Lozano. (Recuperado en 10 marzo 2017) Disponible en: <http://www.utadeo.edu.co/es/link/maestria-en-modelado-y-simulacion-mms/26106/layout-1/que-es-modelado-y-simulacion-ms>

Glosario de contabilidad. ¿Qué es la ley de oferta y demanda? [En línea] Debitoor.es. (Recuperado en 27 julio 2016) Disponible en: <https://debitoor.es/glosario/definicion-ley-oferta-demanda>

Guerra, Luis E., y Ríos, César A. *Ambiente software integrado por un juego para teléfonos móviles, un sitio web y una aplicación para computador personal, para el aprendizaje y toma de decisiones*. Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. 2011

Marquès, Pere. El software educativo [En línea]. Universidad Autónoma de Barcelona. España. (Recuperado en 6 octubre 2016) Disponible en: http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques_software/

Redacción Agropecuaria. Santander puede convertirse en una potencia acuícola del país: Aunap [En línea]. Vanguardia Liberal. Bucaramanga. 28 de junio de 2016. (Recuperado en 10 julio 2016) Disponible en: <http://www.vanguardia.com/economia/local/363779-santander-puede-convertirse-en-una-potencia-acuicola-del-pais-aunap>

Sommerville, Ian. *Software engineering*. 9na edición. Editorial Pearson education, Inc. 2011. 792 páginas. ISBN-13: 978-0137035151

Sweeny, Linda B. *When a butterfly sneezes: a guide for helping kids explore interconnections in our world through favorite stories*. 1ra edición. Pegasus Communications, Inc, 2001. 119 páginas. ISBN: 1-883823-52-8

Zambrano, Margarita R., y Castro, Jahel J. *Ambiente software integrado por un juego para teléfonos móviles, un sitio web y una aplicación para computador*

personal, para el aprendizaje y toma de decisiones Versión 2.0. Trabajo de grado,
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. 2012

ANEXOS

Anexo A Modelos base del ambiente

El ambiente opera bajo el comportamiento de un modelo de producción piscícola (Figura 24) presente dentro del juego y un modelo de mercado que se encuentra funcionando en el servidor (Figura 25).

El modelo de producción piscícola consta de ocho sectores donde está representando un estanque de geomembrana donde se tiene en consideración la influencia de la temperatura, el alimento y el oxígeno disuelto del agua. El juego está diseñado para tratar de explicar este modelo iniciando con los sectores de crecimiento en peso e inventario de alimento, para luego ir creciendo en complejidad en la medida que se incorpora nuevos sectores.

Por su parte, el modelo del mercado consta de tres sectores que representan la oferta, la demanda y el precio. Dicha estructura está basada en el modelo de oferta/demanda de Road Maps.

Figura 24 Modelo de producción piscícola

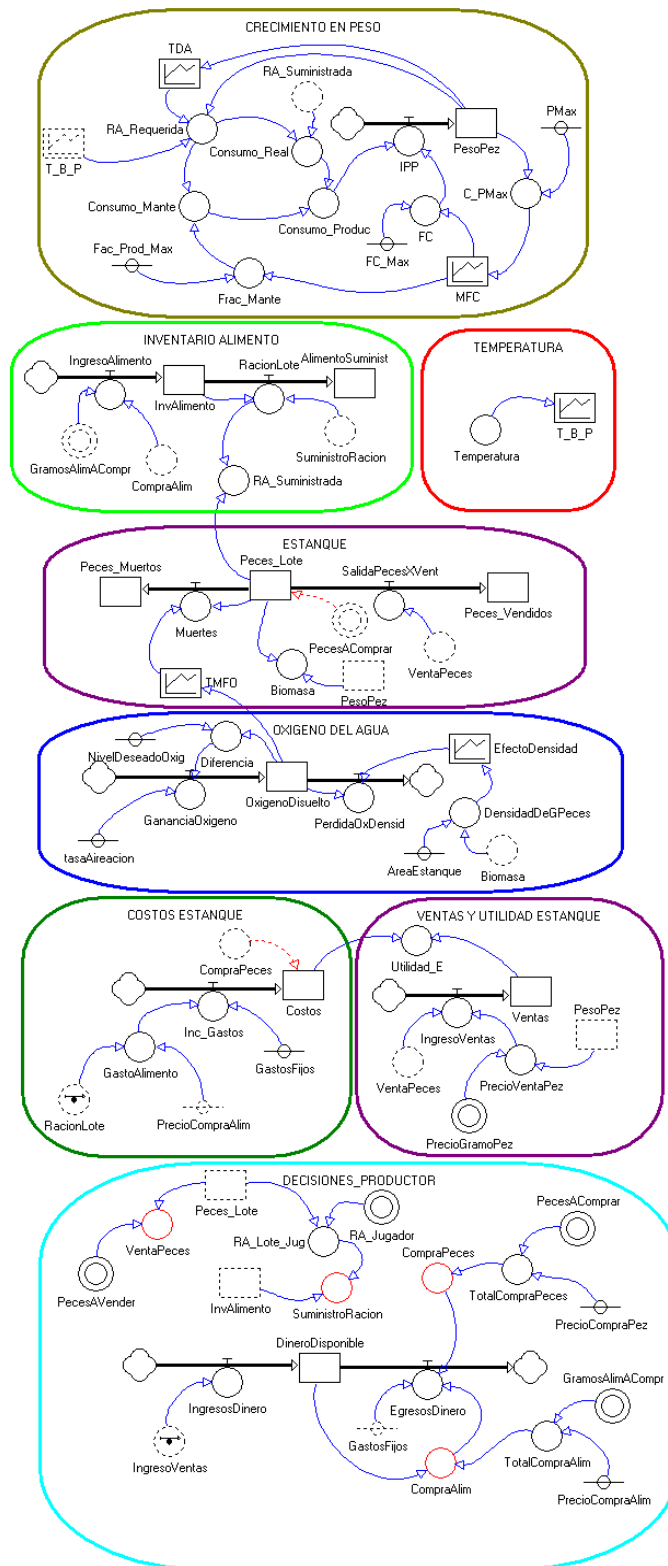


Tabla 5 Elementos del modelo de producción piscícola

NOMBRE	NOMEN-CLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
CRECIMIENTO EN PESO					
Peso del pez	PesoPez	Peso del pez en cada instante, lo que pesa el pez en el instante t. Peso promedio de un pez en el lote.	1	Gramos	Nivel
Incremento del peso del pez	IPP	Incremento del peso del pez por día.	Consumo_produc*FC	Gramos/Día	Flujo
Factor de conversión	FC	Indica cuánto, de cada gramo que el pez come, convierte el pez en carne. Este factor sera igual o menor a FC_Max, según el peso del pez.	FC_Max*MFC	Adimensional	Variable auxiliar
Cobertura del Peso Máximo	C_Pmax	Indica qué tanto peso tiene el pez con relación al peso máximo que puede adquirir.	PesoPez/PMax	Adimensional	Variable auxiliar
Ración alimenticia requerida	RA_Req uerida	Gramos de comida que el pez necesita diariamente en función del porcentaje de biomasa para su peso en cada instante t de la simulación.	PesoPez*(TDA/100)*T_B_P	Gramos/Día	Variable auxiliar
Consumo real del pez	Consumo_Real	Indica la ración real que consume el pez.	MIN(RA_requerida,RA_Suminist rada)	Gramos/Día	Variable auxiliar
Consumo para el mantenimiento	Consumo_Mante	Gramos de comida que el pez utiliza de la ración alimenticia para garantizar su mantenimiento o gasto energético diario.	RA_Requerida*Consumo_Mante	Gramos/Día	Variable auxiliar
Consumo para producción	Consumo_produc	Gramos de comida que el pez utiliza de la comida dada para su crecimiento o aumento del peso diario.	IF((Consumo_Real-Consumo_Mante)<0,0,(Consumo_Real-Consumo_Mante))	Gramos/Día	Variable auxiliar

NOMBRE	NOMEN-CLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
Fracción Alimentaria de Mantenimiento	Frac_mante	Indica la fracción que el pez utiliza del alimento suministrado para garantizar su mantenimiento o gasto energético diario.	$1-(Fac_prod_Max * MFC)$	Adimensional	Variable auxiliar
Peso máximo	PMax	Peso máximo que el pez puede llegar a tener	1200	Gramos	Parámetro
Factor Producción Máxima de Crecimiento	Fac_prod_Max	Proporción de comida que el pez convierte en peso. Su valor máximo (0.7) sólo lo presenta el pez en la etapa inicial de su vida.	0.7	Adimensional	Parámetro
Factor de conversión Máximo	FC_Max	Factor Máximo de Conversión de comida en carne: Presente sólo en la etapa inicial de vida del pez, cuando convierte una mayor proporción de comida en peso.	0.92	Adimensional	Parámetro
Multiplicador del Factor de Conversión	MFC	Multiplicador del factor de conversión. Debido a la cobertura del peso máximo del pez.	INTLINEAL(2,0,0.1,1,1,0.9707317,0.9219512,0.7853659,0.595122,0.297561,0.1463415,0.06341463,0.02926829,0)	Adimensional	Tabla

NOMBRE	NOMEN-CLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
Tasa diaria de alimentación	TDA	La relación entre el peso del pez y la cantidad de biomasa determinan la ración alimentaria que el pez consume en función del paso de los días y en consecuencia del aumento de su peso.	INTLINEAL(2,1,5,15,10,8,7.849268,7.849268,7.448293,7,7,6.713171,6.245366,5,4.9,4.507805,4.1,4,3.705854,3.6,3.4,3.3,3,2.9,2.9,2.8,2.8,2.7,2.7,2.6,2.6,2.55,2.53,2.5,2.4,2.4,2.35,2.3,2.29,2.26,2.23,2.21,2.21,2.2,2.15,2.15,2.14,2.12,2.1,2,2,1.98,1.97,1.96,1.95,1.93,1.9,1.89,1.88,1.85,1.84,1.82,1.81,1.8,1.79,1.79,1.78,1.77,1.77,1.76,1.74,1.73,1.72,1.71,1.7,1.69,1.68,1.67,1.65,1.64,1.63,1.62,1.61,1.6,1.59,1.59,1.58,1.58,1.57,1.55,1.55,1.54,1.53,1.52,1.51,1.5,1.49,1.47,1.46,1.44,1.43,1.42,1.41,1.4,1.39,1.39,1.39,1.38,1.37,1.36,1.36,1.35,1.35,1.35,1.34,1.34,1.34,1.33,1.32,1.32,1.32,1.31,1.31,1.31,1.3)	Adimensional	Tabla
TEMPERATURA					
Temperatura	Temperatura	Temperatura de cada día de producción.	INT(RANDOM(18,28))	Grados Celsius (C°)	Variable auxiliar
Influencia de la temperatura en la biomasa del pez	T_B_P	Como influye la temperatura en la alimentación del pez.	INTPASO(0,16,1,0,0.06341463,0.1804878,0.395122,0.902439,1,1,1,1,0.8878049,0.6341463,0.4,0.2146341,0.1268293,0.06829268,0.01463415,0)	Adimensional	Tabla

NOMBRE	NOMEN-CLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
INVENTARIO ALIMENTO					
Inventario del alimento	InvAlimento	Inventario de alimento para peces.	2000	Gramos	Nivel
Ingreso de alimento	Ingreso Alimento	Compra de alimento que suman al inventario.	IF(CompraAlim<>0,GramosAlimACompr,0)	Gramos/Día	Flujo
Ración del lote	RacionLote	Ración alimenticia que se suministra a los peces del estanque.	MIN(InvAlimento,SuministroRacion)	Gramos/Día	Flujo
Ración suministrada	RA_Suministrada	Ración suministrada al pez de acuerdo con el inventario disponible.	IF(Peces_Lote>0,RacionLote/Peces_Lote,0)	Gramos/Día	Variable auxiliar
ESTANQUE					
Peces en Lote	Peces_Lote	Peces presentes en el estanque en el instante t.	PecesAComprar	Peces	Nivel
Peces muertos	Peces_Muertos	Cantidad de peces muertos en el estanque.	0	Peces	Nivel
Peces vendidos	PecesVendidos	Peces que se han vendido.	PecesAVender	Peces/Día	Flujo
Muertes	Muertes	Muertes de los peces debida a la falta de oxígeno.	ROUND(Peces_Lote*TMFO)	Peces/Día	Flujo
Biomasa	Biomasa	Peso total en el estanque acorde al número de peces que se tienen en él	Peces_Lote*PesoPez	Peces-gramos	Variable auxiliar
Tasa de mortalidad por falta de oxígeno	TMFO	Efecto del oxígeno sobre la mortalidad, define la tasa de mortalidad según el oxígeno disuelto en el estanque	INTLINEAL(2,0,0.5,0.2,0.15,0.03121951,0,0,0,0)	1/Día	Tabla

NOMBRE	NOMEN-CLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
OXIGENO DEL AGUA					
Oxígeno disuelto	Oxigeno Disuelto	Nivel de oxígeno disuelto en el agua del estanque.	4	Partes por millón (ppm)	Nivel
Ganancia de oxígeno	Ganancia Oxígeno	Ganancia de nivel de oxígeno disuelto en el agua del estanque.	$IF(Diferencia > 0, tasaAireacion * Diferencia, 0)$	Partes por millón (ppm) / Día	Flujo
Pérdida de oxígeno	Perdida OX Densidad	Pérdida de nivel de oxígeno disuelto en el agua del estanque.	$OxigenoDisuelto * EfectoDensidad$	Partes por millón (ppm) / Día	Flujo
Diferencia	Diferencia	Diferencia entre el nivel deseado de oxígeno y el oxígeno disuelto	$NivelDeseadoOxig - OxigenoDisuelto$		Variable auxiliar
Densidad de Gramos Pez	Densidad De Gramos Pez	Densidad de Gramos_Pez en el estanque, tiene en cuenta el peso total de los peces y el área del estanque.	$Biomasa / AreaEstanque$	Gramos / Metros	Variable auxiliar
Nivel deseado de Oxígeno	Nivel Deseado Oxig	Nivel deseado de oxígeno disuelto en el agua del estanque.	5	Partes por millón (ppm)	Parámetro
Tasa de Aireación	tasa Aireacion	La aireación produce la ganancia en el nivel de oxígeno del agua del estanque. Tipos de aireación: 1) Natural: caídas de agua, escaleras, chorros, cascadas, sistemas de abanico. 2) Mecánica: Motobombas, difusores, aireadores de paletas, aireadores inyección O2, generadores de oxígeno líquido.	0.2	Partes por millón (ppm) / Día	Parámetro

NOMBRE	NOMEN-CLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
Área del Estanque	AreaEstanque	Área del estanque contenedor de peces.	50	Metros cuadrados	Parámetro
Efecto de la Densidad	EfectoDensidad	Máx posible: $2 * 680g = 1360$	INTSPLINE(2,0,100,0,0.07170732,0.1127964,0.1159198,0.1315369,0.1534009,0.1596477,0.1627712,0.1468293,0.1502439,0.1604878,0.1843902,0.1878049,0.1946341,0.355122,0.5,0.6,0.7)		Tabla
COSTOS ESTANQUE					
Costos	Costos	Costos totales acumulados.	CompraPeces	Pesos (\$)	Nivel
Incremento de costos	Inc_Gastos	Total de costos que se generan a diario.	GastoAlimento+GastosFijos	Pesos (\$)/Día	Flujo
Gasto de alimento	GastoAlimento	Costo que se suma por alimento suministrado al lote.	RacionLote*PrecioCompraAlim	Pesos (\$)	Variable auxiliar
Gastos fijos	CostoFijoDiario	Costos fijos de mantener el estanque en funcionamiento. Está representado en factores como servicios públicos, sueldos de trabajadores, etc.	0.5	Pesos (\$)	Parámetro
VENTAS Y UTILIDADES ESTANQUE					
Ventas	Ventas	Total acumulado de ventas del lote	0	Pesos (\$)	Nivel
Ingreso por ventas	IngresoVentas	Total de dinero recibido por efecto de venta parcial o total del lote de peces.	PrecioVentaPez*VentaPeces	Pesos (\$)/Día	Flujo
Precio de venta del pez	PrecioVentaPez	Ingreso que se recibiría por la venta de un pez.	PrecioGramoPez*PesoPez	Pesos (\$)	Variable auxiliar

NOMBRE	NOMEN-CLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
Utilidad del estanque	Utilidad_E	Utilidad del estanque, resultado de restar los costos a lo obtenido por ventas.	Ventas-Costos	Pesos (\$)	Variable auxiliar
Precio del gramo pez	PrecioGramoPez	Precio que el mercado ofrece por gramo del pez.	10	Pesos (\$)	Variable exógena
DECISIONES DEL PRODUCTOR					
Dinero disponible	DineroDisponible	Dinero disponible que tiene el usuario.	2000	Pesos (\$)	Nivel
Ingresos de dinero	Ingresos Dinero	Ingresos de dinero producto de la venta de peces.	IngresoVentas	Pesos (\$) / Día	Flujo
Egresos de dinero	Egresos Dinero	Salidas de dinero debido a la operación del sistema y decisiones del usuario.	CompraPeces+CompraAlim+GastosFijos	Pesos (\$) / Día	Flujo
Total por compra de peces	TotalCompraPeces	Total a pagar por la compra de peces	PrecioCompraPez*PecesAComprar	Pesos (\$)	Variable auxiliar
Decisión de compra de peces	CompraPeces	Decisión efectuada de compra de peces, aquí se descuenta el valor de la compra de peces.	IF((TotalCompraPeces)<=DineroDisponible,TotalCompraPeces,0)	Pesos (\$)	Variable auxiliar
Total por compra de alimento	TotalCompraAlim	Total a pagar por la compra de alimento	PrecioCompraAlim*GramosAlimACompr	Pesos (\$)	Variable auxiliar
Decisión de compra de alimento	CompraAlim	Validación del alimento de acuerdo con el dinero disponible del jugador	IF((DineroDisponible-TotalCompraAlim)>=0,TotalCompraAlim,0)	Pesos (\$)	Variable auxiliar
Ración del lote del jugador	RA_Lote_Jug	Ración teórica que se suministraría al lote de peces, es un valor aproximado que depende del inventario.	RA_Jugador*Peces_Lote	Gramos	Variable auxiliar

NOMBRE	NOMEN- CLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
Decisión de venta de peces	VentaPeces	Validación de los peces a vender de acuerdo con el inventario de peces que el jugador tenga.	IF(PecesAVender<=Peces_Lote, PecesAVender,0)	Peces	Variable auxiliar
Peces a comprar	PecesAComprar	Peces que el usuario desea comprar para iniciar su producción.	100	Peces	Variable exógena
Gramos de alimento a comprar	GramosAlimentoAComprar	Compra de reservas de alimento para alimentar los peces.	300	Gramos	Variable exógena
Ración del jugador	RA_Jugador	Ración de comida que el jugador indica para suministrarle a un solo pez	INTPASO(2,0,1,1,1,0,1,0,0,0,0,0,1)	Gramos	Variable exógena
Peces a vender	PecesAVender	Cantidad de peces a vender según la decisión del jugador.	0	Peces	Variable exógena
Precio de compra por pez	PrecioCompraPez	Precio unitario del pez	1	Pesos (\$)	Parámetro
Precio de compra por alimento	PrecioCompraAlimento	Valor del gramo de alimento	1	Pesos (\$)	Parámetro

Figura 25 Modelo de mercado piscícola

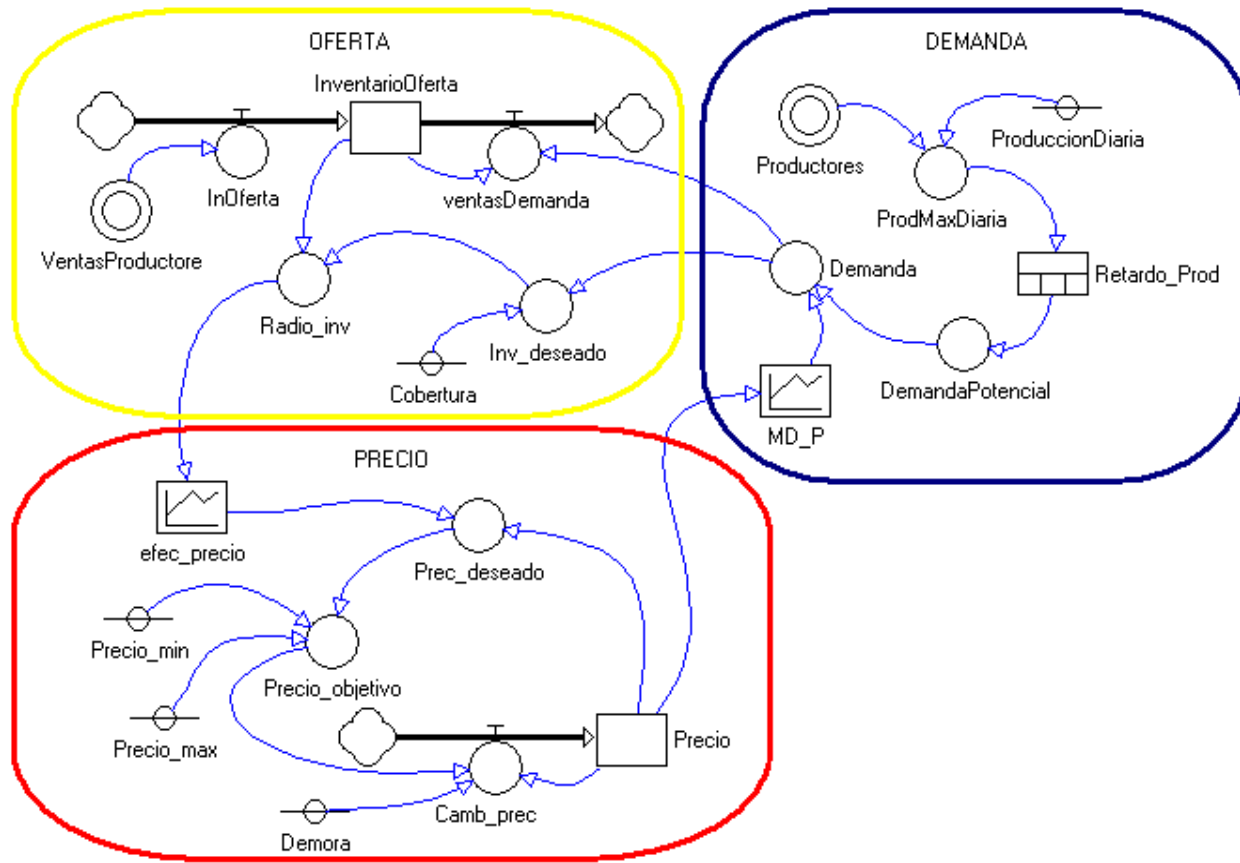


Tabla 6 Elementos del modelo de mercado piscícola

NOMBRE	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
OFERTA					
Inventario de la oferta	InventarioOferta	Inventario actual	0	Kilogramos	Nivel
Incremento de la oferta	InOferta	Incremento en la oferta por parte de la venta de los productores	VentasProductore	Kilogramos/Día	Flujo
Venta producida por demanda	ventasDemanda	Si el inventario de la oferta es igual o superior a la demanda se cubre todas las unidades demandadas, en caso contrario se envía lo que esté disponible en oferta.	IF(InventarioOferta>=Demanda,Demanda,InventarioOferta)	Kilogramos/Día	Flujo
Radio de inventario	Radio_inv	Relación entre el inventario actual y el inventario deseado.	IF(Inv_deseado=0,0,InventarioOferta/Inv_deseado)	Adimensional	Variable auxiliar
Inventario deseado	Inv_deseado	Representa la cantidad total de productos que le gustaría tener a los proveedores en sus inventarios para cubrir varias semanas de demanda.	Demanda*Cobertura	Kilogramos	Variable auxiliar
Cobertura	Cobertura	Total de días [unidades de tiempo] que el inventario deseado cubriría.	4	Días	Variable exógena
Ventas de los productores	VentasProductore	Corresponde a la venta de un productor que llega en un momento	INTLINEAL(2,0,1,20,20,20,20,20,30,40,50,60,70)	Kilogramos	Parámetro
DEMANDA					
Producción máxima diaria	ProdMaxDiaria	Producción máxima diaria de un productor por día.	Productores*ProduccionDiaria	Kilogramos	Variable auxiliar
Demanda potencial	DemandaPotencial	Lo que esperarían los productores en su conjunto que le compren diariamente.	Retardo_Prod	Kilogramos/Día	Variable auxiliar

NOMBRE	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
Venta producida por demanda	Demanda	Se refiere al total de unidades que se desean adquirir por parte de los compradores.	MD_P*DemandaPotencial	Kilogramos	Variable auxiliar
Productores	Productores	Tener en cuenta las producciones activas en un momento y no los jugadores unidos a la sesión de juego	INTLINEAL(2,0,1,1,3,4,5,6,7,8,9,9)	Productores (Jugadores en un momento)	Variable exógena
Producción diaria	ProduccionDiaria	Se ha planteado un escenario donde el productor tiene en su inventario 1000 peces. Al cabo de 6 meses produciría 360 kgs. es decir de a 2 kg por día	2	Kilogramos	Parámetro
Retardo de producción	Retardo_Prod	Estableciendo la regla de venta con un peso mínimo requerido de 125 gramos por pez, este peso se da hacia el día 130 de producción.	RETARDO(ProdMaxDiaria, 130, 3, 2)	Adimensional	Retardo
Multiplicador Demanda - Precio	MD_P	Establece que entre mayor sea el precio, menor será la demanda.	INTLINEAL(2,6500,500,1,0.73,0.57,0.45,0.35,0.28,0.22,0.10,0.05,0.01)	Adimensional	Tabla
PRECIO					
Precio	Precio	El precio del gramo de pez en cada momento, esta información es la que se entrega a un productor que la solicita y con la cual él puede hacer una transacción (hay que darle un límite de tiempo para decidir o estarle enviado de manar continua el dato).	8000	Pesos (\$)/Kilogramo	Nivel
Cambio en el precio	Camb_prec	Cambio en el precio.	(Precio_objetivo-Precio)/Demora	Pesos (\$)/Día	Flujo

NOMBRE	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	UNIDADES	TIPO DE ELEMENTO
Precio deseado	Prec_deseado	Es la multiplicación del precio actual y el efecto del precio para así obtener el precio nuevo.	$\text{Precio} * \text{efec_precio}$	Pesos (\$)	Variable auxiliar
Precio objetivo	Precio_objetivo	Se establece los condicionales para que el precio deseado oscile entre el precio mínimo y el precio máximo.	$\text{IF}(\text{Prec_deseado} < \text{Precio_min}, \text{Precio_min}, \text{IF}(\text{Prec_deseado} > \text{Precio_max}, \text{Precio_max}, \text{Prec_deseado}))$	Pesos (\$)	Variable auxiliar
Precio mínimo	Precio_min	Se espera que sea al menos el correspondiente al costo de producción de un kilo de carne de pez.	6500	Pesos (\$)	Parámetro
Precio máximo	Precio_max	Se espera que esté indicado por el valor máximo que estaría dispuesto a pagar un comprador por el kilo de carne de pez.	11000	Pesos (\$)	Parámetro
Demora	Demora	Tiempo que se espera para estabilizar el precio.	15	Días	Parámetro
Efecto en el precio	efec_precio	Si el radio del inventario es menor a uno, el precio aumentará y viceversa.	$\text{INTLINEAL}(2, 0.5, 0.1, 2, 1.8, 1.55, 1.35, 1.15, 1, 0.875, 0.75, 0.65, 0.55, 0.5)$	Adimensional	Tabla

Anexo B Análisis de requisitos Juego PESCO

VERSIÓN 3.0

A partir del análisis de los requisitos propuestos en las versiones 1 y 2 de Pesca, y siguiendo el formato de estructura de requerimientos y requisitos, para esta nueva versión se considera lo siguiente:

REQUERIMIENTOS

Tabla 7 Requerimientos Juego Versión 3.0

RQT01	Administrar usuario
Descripción	Permitir el login del usuario
RQT02	Iniciar y/o continuar una partida
Descripción	Permitir iniciar una partida de juego y/o continuarla
RQT03	Mostrar una pantalla de ayuda
Descripción	La pantalla de ayuda tendrá información para el uso del juego
RQT04	Llevar una producción
Descripción	Permitir monitorear el peso, el alimento y el oxígeno de la producción, con el fin de proporcionar información que permita la opción de vender
RQT05	Vender la producción
Descripción	Permitir al usuario la opción de realizar una conexión al servidor vía internet y vender su producción

RQT06	Actualizar simulación
Descripción	Realizar el cálculo de la simulación del tiempo que el juego estuvo cerrado
RQT07	Unirse a una sesión de juego
Descripción	Permitir unirse a una sesión de juego del servidor
RQT08	Ver el pez en la simulación
Descripción	Mostrar en una pantalla al pez o peces
RQT09	Almacenar niveles de dificultad
Descripción	Almacenar niveles de dificultad en el juego y cambiar de nivel
RQT10	Controlar la cantidad de los inventarios
Descripción	Permitir la compra de insumos de acuerdo a los recursos disponibles
RQT11	Visualizar el crecimiento de la producción
Descripción	Mostrar que el pez aumenta de tamaño de acuerdo a los datos de simulación
RQT12	Alerta de inventarios
Descripción	Alertar cuando el inventario de alimento esté próximo a agotarse
RQT13	Modalidades de participación en el mercado
Descripción	Permitir diferentes modalidades de venta de la producción
RQT14	Visualizar resultado de la experiencia
Descripción	Mostrar el resultado de la experimentación con el lote de peces

REQUISITOS

Tabla 8 Requisitos Juego Versión 3.0

REQ-01	Permitir iniciar el juego
Requerimientos asociados	Requerimiento 01
Descripción	Permitir el acceso al juego mediante login con usuario y contraseña

Datos específicos	Nombre de usuario Contraseña
REQ-02	Iniciar el juego y tareas de actualización
Requerimientos asociados	Requerimiento 02
Descripción	Si se ha obtenido acceso al juego, verificar si el jugador tiene una producción activa y continuar con la actualización de los modelos de producción.
Datos específicos	Nombre de usuario Sesión de juego Datos de producción
REQ-03	Instrucción para el usuario
Requerimientos asociados	Requerimiento 03
Descripción	El sistema debe proporcionar ayuda e información pertinente al inicio, transcurso y finalización de la partida de juego.
Datos específicos	Información de nivel, definiciones de conceptos, instrucciones de juego y controles
REQ-04	Capacidad de simulación
Requerimientos asociados	Requerimiento 04, Requerimiento 06
Descripción	El juego permitirá hacer una simulación interna de la producción para el cálculo de los valores de las variables y mostrarlas al jugador.
Datos específicos	Datos del modelo: Peso del pez, ración alimenticia, oxígeno disuelto, biomasa, entre otros.
REQ-05	Capacidad de venta de producción
Requerimientos asociados	Requerimiento 05
Descripción	Enviar los datos de oferta al servidor y procesar la respuesta para mostrar al usuario.
Datos específicos	Nombre de usuario Biomasa Precio del mercado
REQ-06	Salvar progreso del juego
Requerimientos asociados	Requerimiento 02
Descripción	Guarda persistentemente los datos de progreso del jugador

Datos específicos	Datos del jugador: Nombre, sesión. Datos de la partida: Día de iteración, dinero disponible, estado de producción, estado del nivel, datos de modelo.
REQ-07	Comprobar perfil del jugador en el servidor
Requerimientos asociados	Requerimiento 07
Descripción	El sistema deberá validar la información correspondiente al perfil del jugador con su nombre de usuario, en concreto: El usuario deberá tener un perfil creado en el servidor para poder jugar.
Datos específicos	Nombre de usuario Nivel Sesión
REQ-08	Permitir movimiento y simulación del pez o peces
Requerimientos asociados	Requerimiento 08
Descripción	El sistema debe mostrar en pantalla cuando exista una producción activa elementos gráficos que ambienten dicho estado.
Datos específicos	Inventario de peces, estado de producción
REQ-09	Capacidad de simulación de modelos de producción
Requerimientos asociados	Requerimiento 09
Descripción	Dependiendo del nivel, se incorpora complejidad al modelo productivo y se debe visualizar los datos y valores respectivos,
Datos específicos	Nivel de oxígeno, área estanque, cantidad de peces, inventario de alimento, ración alimenticia, entre otros.
REQ-10	Seguimiento y control de la producción
Requerimientos asociados	Requerimiento 10, Requerimiento 11, Requerimiento 12
Descripción	El sistema debe mostrar el desarrollo de la producción y permitir compra de insumos cuando sea necesario, de igual forma alertar cuando el inventario esté próximo a agotarse.
Datos específicos	Inventario de peces, inventario de alimento, dinero disponible.
REQ-11	Permitir opciones de venta

Requerimientos asociados	Requerimiento 13
Descripción	El sistema debe brindar al usuario la posibilidad de realizar venta en la modalidad que desee, aplicando condiciones y restricciones
Datos específicos	Estado de venta, estado de producción, modalidad escogida, precio del mercado.
REQ-12	Ver resumen de producción
Requerimientos asociados	Requerimiento 14
Descripción	El sistema debe mostrar un resumen de los costos y utilidad de la experimentación con el lote de producción de peces del usuario.
Datos específicos	Costo de compra, de alimento y mantenimiento diario. Acumulado de ventas, utilidad del ejercicio.

El análisis más detallado puede ser consultado en el documento anexo titulado *Análisis de requerimientos Juego*.

Anexo C Análisis de requisitos Página web

VERSIÓN 3.0

REQUERIMIENTOS

Tabla 9 Requerimientos Página Versión 3.0

RQT01	Registro de usuario
Descripción	Permite crear un nuevo usuario guardando sus datos en la base de datos.
RQT02	Publicación de contenidos
Descripción	Permite la creación, edición y eliminación de contenidos relacionados con la temática.
RQT03	Simular un sistema de mercado
Descripción	Permite implementar un mercado disponible en todo momento y que proporcione un precio cambiante de acuerdo a las transacciones de los usuarios que utilizan el juego en el dispositivo móvil.
RQT04	Llevar un historial de transacciones
Descripción	Permite guardar en la base de datos, todos los movimientos de los usuarios que utilizan el juego en el navegador de escritorio.
RQT05	Clasificar los contenidos según el tipo de usuario
Descripción	Permitir diferenciar los tipos de usuario y clasificar el contenido.
RQT06	Mostrar información sobre el historial del precio del mercado
Descripción	Permitir consultar el historial del precio del mercado.
RQT07	Mostrar al jugador más información sobre el juego
Descripción	Permitir consultar las transacciones de cada jugador.
RQT08	Crear y administrar sesiones de juego

Descripción	Permitir crear y administrar sesiones de juego, y guardar los datos en la base de datos.
RQT09	Permitir la creación de ofertas
Descripción	Permitir crear oferta de compra para modalidad de demanda fija.
RQT10	Descarga de software y contenido de apoyo
Descripción	Permitir la descarga de los modelos de dinámica de sistemas y el software necesario para su visualización.

REQUISITOS

Tabla 10 Requisitos Página Versión 3.0

REQ01	Permitir el inicio de sesión del usuario y guardar su información
Requerimientos asociados	Requerimiento 01
Descripción	Se permitirá el registro de usuario con el propósito de darle acceso al juego
Datos específicos	Nombre Correo electrónico Contraseña Curso (si aplica)
REQ02	Administrar contenidos
Requerimientos asociados	Requerimiento 02
Descripción	Se permitirá la publicación, modificación y eliminación de contenidos relacionados con el proyecto
Datos específicos	Instrucciones de descarga, manuales, contenido teórico
REQ03	Implementar un mercado virtual en donde los participantes puedan vender la producción generada en el juego
Requerimientos asociados	Requerimiento 03
Descripción	Permite a los participantes del juego, observar y realizar una transacción de venta de su

	producción, según el precio actual del kilogramo de carne de pez en el mercado.
Datos específicos	Usuario Precio kilogramo carne pez transacción
REQ04	Mantener un historial de transacciones realizadas por parte de los usuarios del juego
Requerimientos asociados	Requerimiento 06
Descripción	Guardar transacción
Datos específicos	Permite guardar en la base de datos, todas las transacciones realizadas por parte de los usuarios que utilizan el juego
REQ05	Clasificar los usuarios en la página web
Requerimientos asociados	Requerimiento 05
Descripción	El sistema deberá permitir clasificar los usuarios según su rol. Los roles son: Estudiante, Profesor y Administrador.
Datos específicos	Nombre de usuario Tipo de usuario Permisos de usuario
REQ06	Guardar históricamente la variable precio
Requerimientos asociados	Requerimiento 06
Descripción	El sistema deberá guardar en la base de datos la variable del precio del kilogramo en el mercado y luego graficarla.
Datos específicos	Precio del kilogramo Fecha del cambio
REQ07	Consultar las transacciones de cada jugador
Requerimientos asociados	Requerimiento 07
Descripción	El sistema consultará en la base de datos todas las transacciones del jugador y se las mostrará.
Datos específicos	Variables por transacción: <ul style="list-style-type: none"> • Usuario • Peso del pez • Número peces • Costo pez • Valor venta

	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador venta Fecha venta
REQ08	Mostrar el ranking de jugadores
Requerimientos asociados	Requerimiento 07
Descripción	El sistema deberá consultar la base de datos y clasificar los jugadores por el indicador de venta del mayor puntaje al menor.
Datos específicos	Variables de simulación: <ul style="list-style-type: none"> • Usuario • Indicador de venta • Fecha de venta Precio de venta
REQ09	Creación y modificación de sesiones de juego
Requerimientos asociados	Requerimiento 08
Descripción	El sistema permitirá crear sesiones de juego para poder cambiar el tiempo de simulación del mercado y del juego y ajustarlos a la experiencia que se quiera realizar con un grupo. Estas sesiones podrán consultarse desde el juego y el jugador tendrá la opción de unirse a una sesión.
Datos específicos	Nombre de sesión Profesor asignado Estudiantes asignados Tiempo de simulación juego Tiempo de simulación mercado
REQ10	Formulario de oferta para demanda fija
Requerimientos asociados	Requerimiento 09
Descripción	El sistema debe permitir la creación de ofertas para la modalidad de participación de demanda fija e imponer una multa a quien incumpla
Datos específicos	Cantidad necesaria Precio de compra fijo Número mínimo de participantes Multa
REQ11	Centro de descarga
Requerimientos asociados	Requerimiento 10

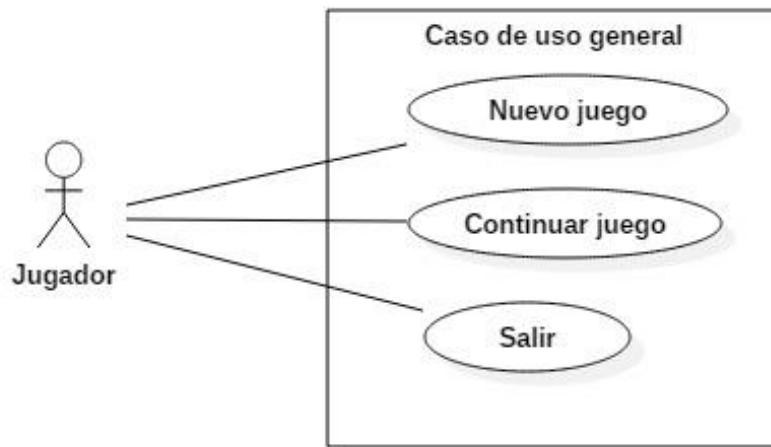
Descripción	El sistema debe permitir la descarga del software y contenido para visualizar los modelos de dinámica de sistemas que soporta el proyecto
Datos específicos	Archivos de modelos Software Evolución

El análisis más detallado puede ser consultado en el documento anexo titulado *Análisis de requerimientos Sitio web*.

Anexo D Casos de uso Juego PESCO

CASO DE USO GENERAL

Figura 26 Caso de uso general Juego



CASOS DE USO ESPECÍFICOS

Figura 27 Caso de uso específico Juego: Nuevo juego

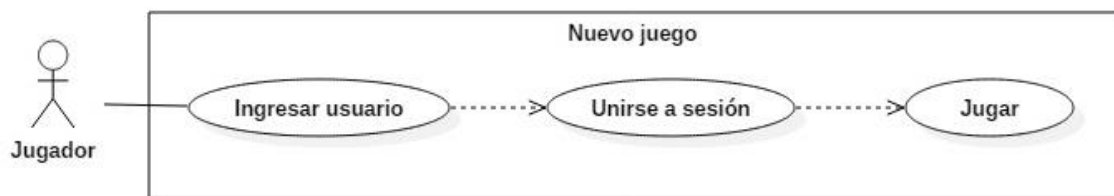


Tabla 11 Caso de uso específico: Nuevo Juego

REQUISITO FUNCIONAL - CASO DE USO FORMATO EXPANDIDO	
CASO-001	Nuevo Juego
Actores	
	<ul style="list-style-type: none"> Jugador
Pre-Condición:	Para la realización de este caso de uso primero deben cumplirse las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> El jugador accede a la página web donde se encuentra el juego.
Descripción:	Este caso de uso comienza cuando un jugador indica al sistema que desea iniciar un nuevo juego. A continuación, el jugador introduce al sistema los datos correspondientes a su usuario, de esa manera el servidor valida sus datos y él puede unirse a una sesión de juego y así iniciar su sesión. Este caso de uso finaliza cuando jugador indica al sistema que desea salir del juego.
Tipo:	Primario
CURSO NORMAL DE LOS EVENTOS	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El Actor jugador introduce su usuario.	2. El Sistema valida la información...
3. A continuación el jugador escoge la sesión a la cual desea unirse.	4. En consecuencia el sistema notifica e inicia el juego.
EXCEPCIONES	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. Ingresar un usuario errado.	2. El sistema informara que el usuario no existe.

Figura 28 Caso de uso específico Juego: Jugar

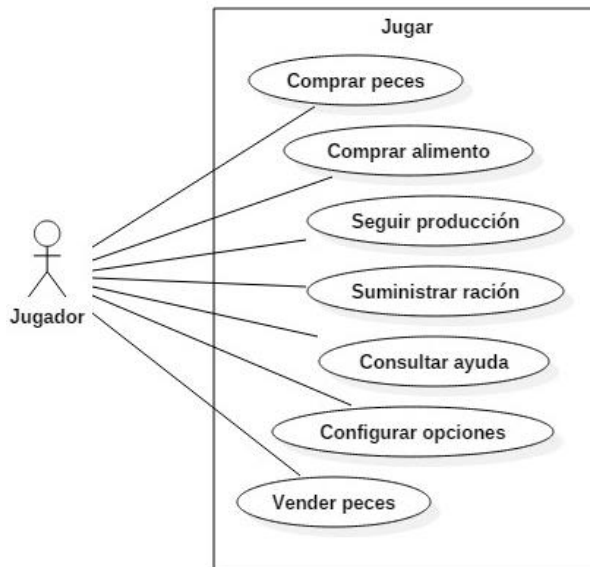


Tabla 12 Caso de uso específico: Jugar

REQUISITO FUNCIONAL - CASO DE USO FORMATO EXPANDIDO	
CASO-002	Jugar
Actores	
<ul style="list-style-type: none"> Jugador 	
Pre-Condición:	Para la realización de este caso de uso primero deben cumplirse las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> Haber ingresado con su usuario al juego. Estar vinculado a una sesión de juego.
Descripción:	Este caso de uso describe las acciones fundamentales que puede hacer el jugador con su producción.
Tipo:	Primario
CURSO NORMAL DE LOS EVENTOS	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor jugador solicita el ingreso a su sesión.	2. El Sistema valida la información y carga su estado de juego si existe.
3. El actor compra una cantidad de peces.	4. El Sistema refleja los cambios de inventario y prepara el escenario del estanque con los peces.
5. El actor compra una cantidad de alimento.	6. El Sistema refleja los cambios de inventarios.
6. El actor hace seguimiento de su producción.	7. El Sistema muestra por secciones información pertinente a los sectores del sistema productivo.
8. El actor modifica la ración alimenticia.	9. El Sistema refleja los cambios de inventario de alimento.
10. El actor consulta las condiciones para la venta.	11. El Sistema muestra el precio de venta actual del mercado.
12. El actor vende parcial o totalmente su producción.	12. El Sistema registra los datos de venta y muestra el resumen de la producción.
EXCEPCIONES	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
11. Entrada no válida para la compra de peces.	12. El sistema informará que no posee el dinero suficiente para la compra.
13. Entrada no válida para la compra de alimento.	14. El sistema informará que no posee el dinero suficiente para la compra.
15. Entrada no válida para el cambio de ración alimenticia.	16. El sistema informará que no posee el inventario de alimento suficiente.
17. Entrada no válida para la venta de peces.	18. El sistema informará que no posee el inventario de peces suficiente para la venta.
19. Intento fallido de venta de peces.	20. El sistema informará de un error en la conexión para realizar el proceso de venta.

Figura 29 Caso de uso específico Juego: Vender peces

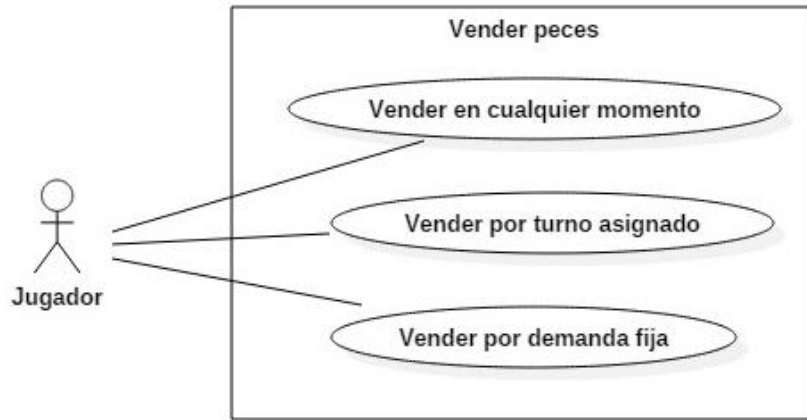


Tabla 13 Caso de uso específico: Vender peces

REQUISITO FUNCIONAL - CASO DE USO FORMATO EXPANDIDO	
CASO-003	Vender peces
Actores	
<ul style="list-style-type: none"> Jugador 	
Pre-Condición:	Para la realización de este caso de uso primero deben cumplirse las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> Estar vinculado a una sesión y jugando una partida. Tener una producción activa.
Descripción:	Este caso de uso define los modos de participación en el mercado. Aquí se establece las condiciones y restricciones de cada modo. Este caso de uso finaliza cuando el jugador ha realizado la venta de su producción.
Tipo:	Primario
CURSO NORMAL DE LOS EVENTOS	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor accede a una interfaz de modalidad de venta. Por defecto se encuentra su modalidad es la venta en cualquier momento.	2. El sistema informa de las condiciones para participar.
3. El actor selecciona la modalidad en la que desea participar.	4. El sistema registra la modalidad.
5. Si la modalidad a escoger es por turnos, el actor indica la opción de participar.	6. El sistema muestra al jugador las opciones de vinculación a un turno de un total de 6 turnos.
7. El actor selecciona el turno.	8. El sistema registra el turno seleccionado. La venta la podrá realizar sólo cuando el sistema indique que se encuentra en su turno de venta en el mercado.

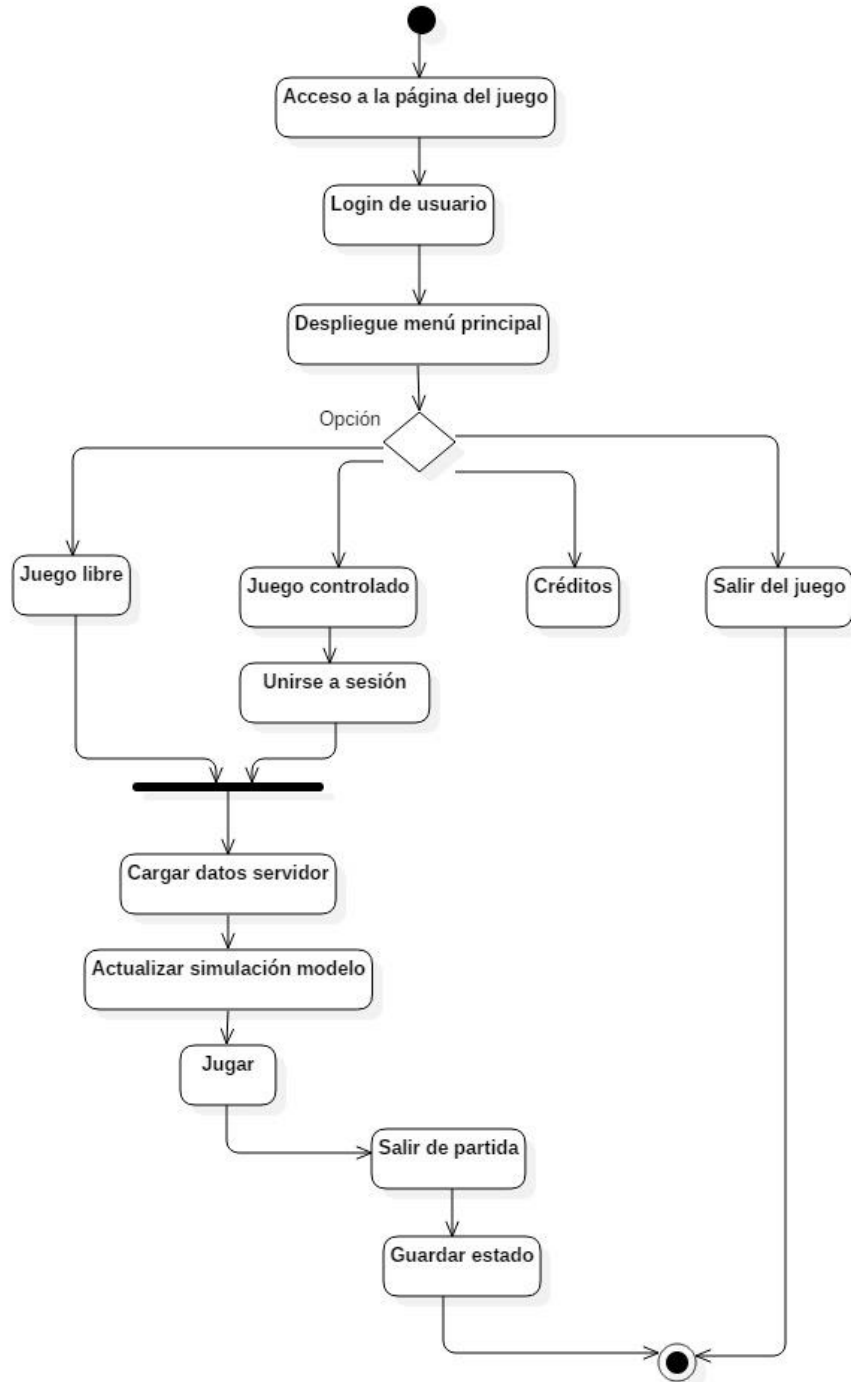
REQUISITO FUNCIONAL - CASO DE USO FORMATO EXPANDIDO	
CASO-003	Vender peces
9. Si la modalidad a escoger es la de demanda fija, el actor jugador accede a la interfaz del gremio.	10. El sistema muestra la información de la oferta de compra con un mínimo requerido de participantes.
11. El actor aplica a la oferta.	12. El sistema registra su participación en este modo. No podrá participar simultáneamente en las otras modalidades.
13. El actor desea abandonar la modalidad de demanda fija.	14. El sistema impone una multa y lo libera para participar en otra modalidad.
15. Definida la modalidad, el actor vende parcial o totalmente su producción.	16. El Sistema registra los datos de venta y muestra el resumen de la producción.
EXCEPCIONES	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. Venta indiscriminada en modalidad por turnos.	2. El sistema informa que el usuario no se encuentra en el turno asignado.
3. Intento fallido de venta de peces.	4. El sistema informará de un error en la conexión para realizar el proceso de venta.

Tabla 14 Caso de uso específico: Salir del juego

REQUISITO FUNCIONAL - CASO DE USO FORMATO EXPANDIDO	
CASO-004	Salir del Juego
Actores	
<ul style="list-style-type: none"> Jugador 	
Pre-Condición:	Para la realización de este caso de uso primero deben cumplirse las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> Estar participando de una sesión. Escoger la Opción de salir juego del menú.
Descripción:	Este caso de uso comienza cuando jugador indica al sistema que desea salir del juego. A continuación, el sistema cierra el juego actual.
Tipo:	Primario
CURSO NORMAL DE LOS EVENTOS	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El Actor jugador entra al menú salir del juego.	2. El Sistema valida la información y cierra el juego.
EXCEPCIONES	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

Figura 30 Diagrama de actividades Juego



Anexo E Resumen de niveles de juego

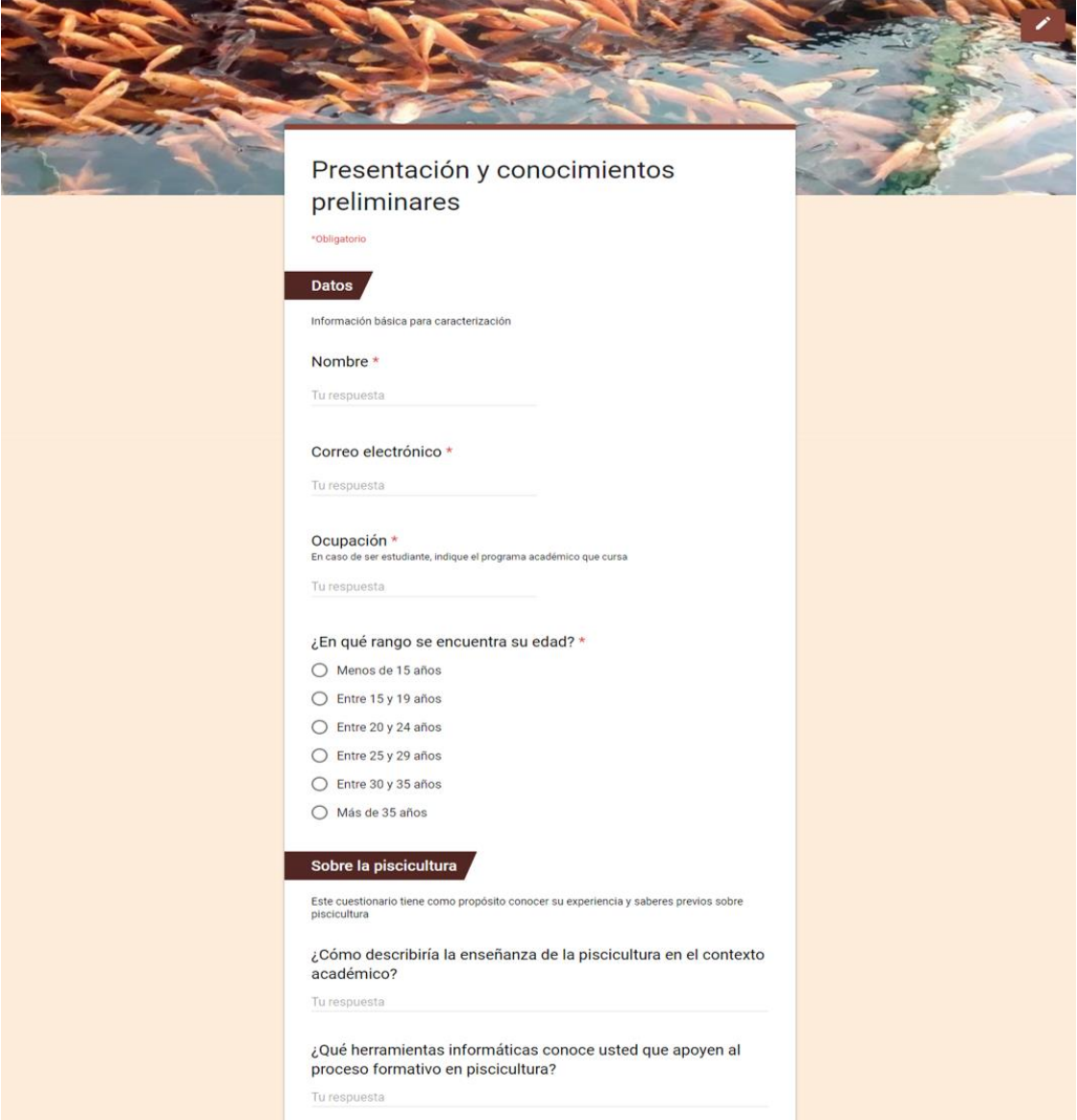
Tabla 15 Resumen niveles del juego

NIVEL	1	2	3	4	5	6	7
SINOPSIS	Producción de un solo pez con sistema automatizado	Producción de un solo pez con ración variable	Producción de lote de peces con sistema de producción automatizado	Producción de lote de peces con ración variable	Producción de lote de peces con ración y temperatura variable	Operación en el mercado en modalidad asociativa	Operación en el mercado en de demanda fija
MODELO	Modelo de un pez	Modelo de un pez	Modelo del lote de peces	Modelo del lote de peces	Modelo del lote de peces	Modelo del lote de peces	Modelo del lote de peces
OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE	Entienda en términos muy generales como crece un pez y cuál es su tendencia de crecimiento, tanto del peso como del costo. En función de eso tiene apoyo para la toma de decisiones.	El jugador entienda que la ración y el peso del pez están relacionados mediante el factor de conversión. Es decir, dependiendo del FC actual se determina la ración.	El jugador reconozca que aparte de la ración, la temperatura y el oxígeno son factores claves a considerar en la producción de peces en lote	El jugador entienda que la compra de peces tiene un costo [gasto fijo] y la ración tiene un costo que debe asumir [es un gasto variable]. Empiece a manejar inventarios del alimento.	El jugador entienda la relación entre la temperatura y el tamaño de la ración (Los peces comen dependiendo de la temperatura)	El jugador ha estado operando en un mercado competitivo (cada productor lleva y vende cuando desee), aquí debe asociarse y entender los beneficios de ello.	Aprenda una nueva modalidad de venta que consiste en la demanda fija: Se publica un anuncio con una cantidad necesitada que se paga a precio fijo sostenido con un mínimo de jugadores integrados.

NIVEL	1	2	3	4	5	6	7
MATERIAL DE CIERRE	El jugador se encuentra listo para manipular la ración que se le suministra al pez.	El jugador se encuentra listo para producir peces en lote.	El jugador se encuentra listo para manejar los costos.	El jugador se encuentra listo para suministrar la ración en función de la temperatura.	El jugador ya ha entendido el sector temperatura, ahora centrará su atención hacia el mercado y la participación en asociación	El jugador podrá participar en la oferta con demanda fija	Fin del Juego
LISTADO DE DECISIONES	1. Venta del pez	1. Suministro de la ración	1. Compra del lote de peces	1. Compra del lote de peces	1. Compra del lote de peces	1. Compra del lote de peces	1. Compra del lote de peces
		2. Venta del pez	2. Suministro de la ración	2. Compra de alimento	2. Compra de alimento	2. Compra de alimento	2. Compra de alimento
			3. Venta del lote	3. Suministro de la ración	3. Suministro de la ración en función de la temperatura	3. Suministro de la ración en función de la temperatura	3. Suministro de la ración en función de la temperatura
				4. Venta del lote	4. Venta del lote	4. Venta del lote	4. Venta del lote
						5. Venta del lote en asociación	5. Venta del lote en asociación
							6. Integración al gremio

Anexo F Formularios de pruebas de usuario

Formulario antes de realizar la primera experiencia con el juego.



Presentación y conocimientos preliminares

*Obligatorio

Datos

Información básica para caracterización

Nombre *

Tu respuesta

Correo electrónico *

Tu respuesta

Ocupación *

En caso de ser estudiante, indique el programa académico que cursa

Tu respuesta

¿En qué rango se encuentra su edad? *

Menos de 15 años

Entre 15 y 19 años

Entre 20 y 24 años

Entre 25 y 29 años

Entre 30 y 35 años

Más de 35 años

Sobre la piscicultura

Este cuestionario tiene como propósito conocer su experiencia y saberes previos sobre piscicultura

¿Cómo describiría la enseñanza de la piscicultura en el contexto académico?

Tu respuesta

¿Qué herramientas informáticas conoce usted que apoyen al proceso formativo en piscicultura?

Tu respuesta

1

¿Cree usted que el conocimiento teórico corresponde con la experiencia práctica de producción de peces en estanque? *

- Plenamente
- Medianamente
- Muy poco

¿Cuál considera que es la mayor dificultad de las prácticas de campo con estanques de piscicultura? *

- Ubicación y desplazamiento hacia los estanques
- Tiempo del calendario académico

Aparte de costos, ¿qué otros factores conoce usted son importantes a tener en cuenta para la producción en estanques? *

Tu respuesta

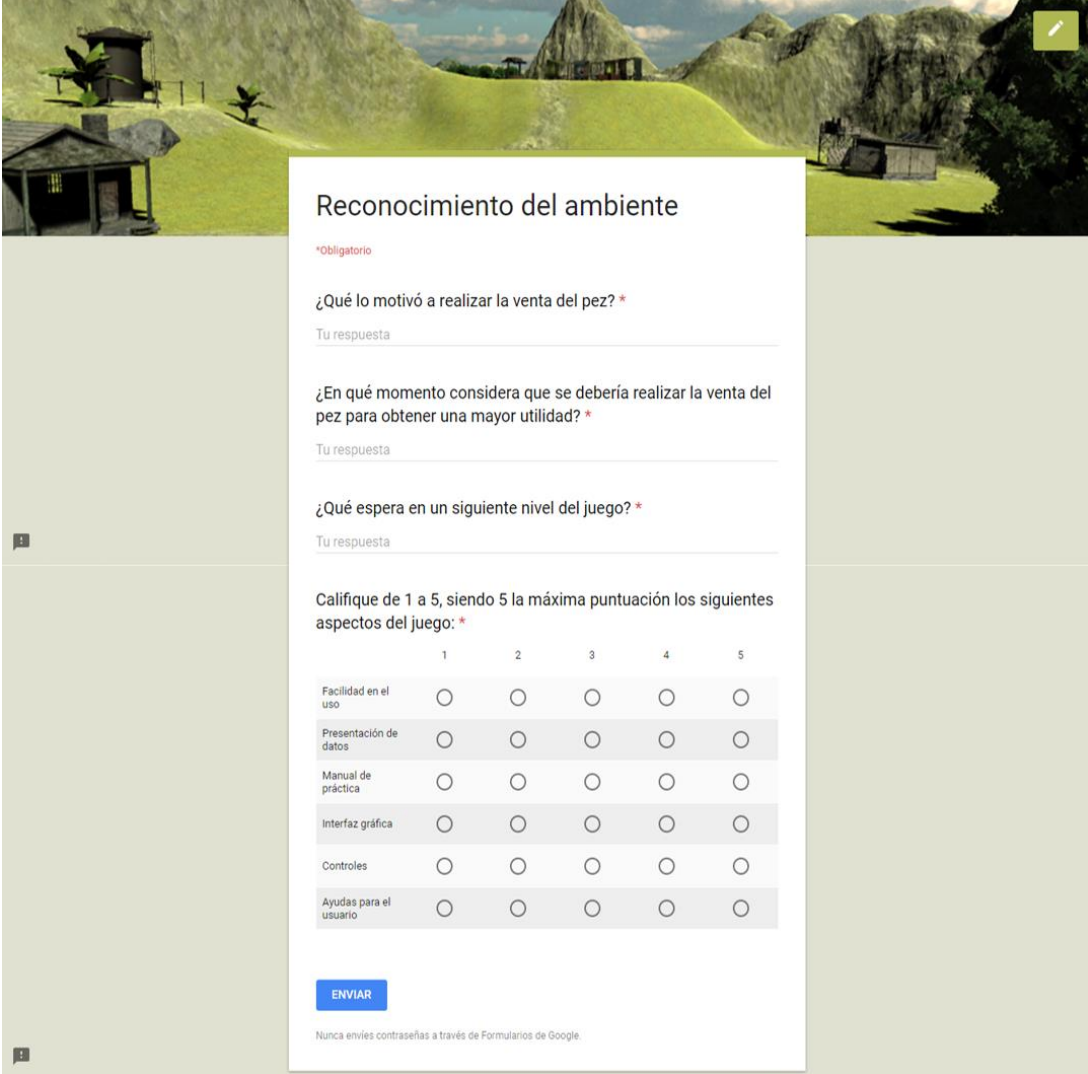
Si tuviera la oportunidad de desarrollar un proyecto con estanques, ¿considera que posee el conocimiento suficiente, sobre los recursos necesarios y su administración? *

- Si
- No

ENVIAR

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Después de realizar la práctica con el nivel 1, donde la única decisión por parte del jugador es la venta del pez, se procede a llenar el formulario del reconocimiento del ambiente.



Reconocimiento del ambiente

*Obligatorio

¿Qué lo motivó a realizar la venta del pez? *

Tu respuesta

¿En qué momento considera que se debería realizar la venta del pez para obtener una mayor utilidad? *

Tu respuesta

¿Qué espera en un siguiente nivel del juego? *

Tu respuesta

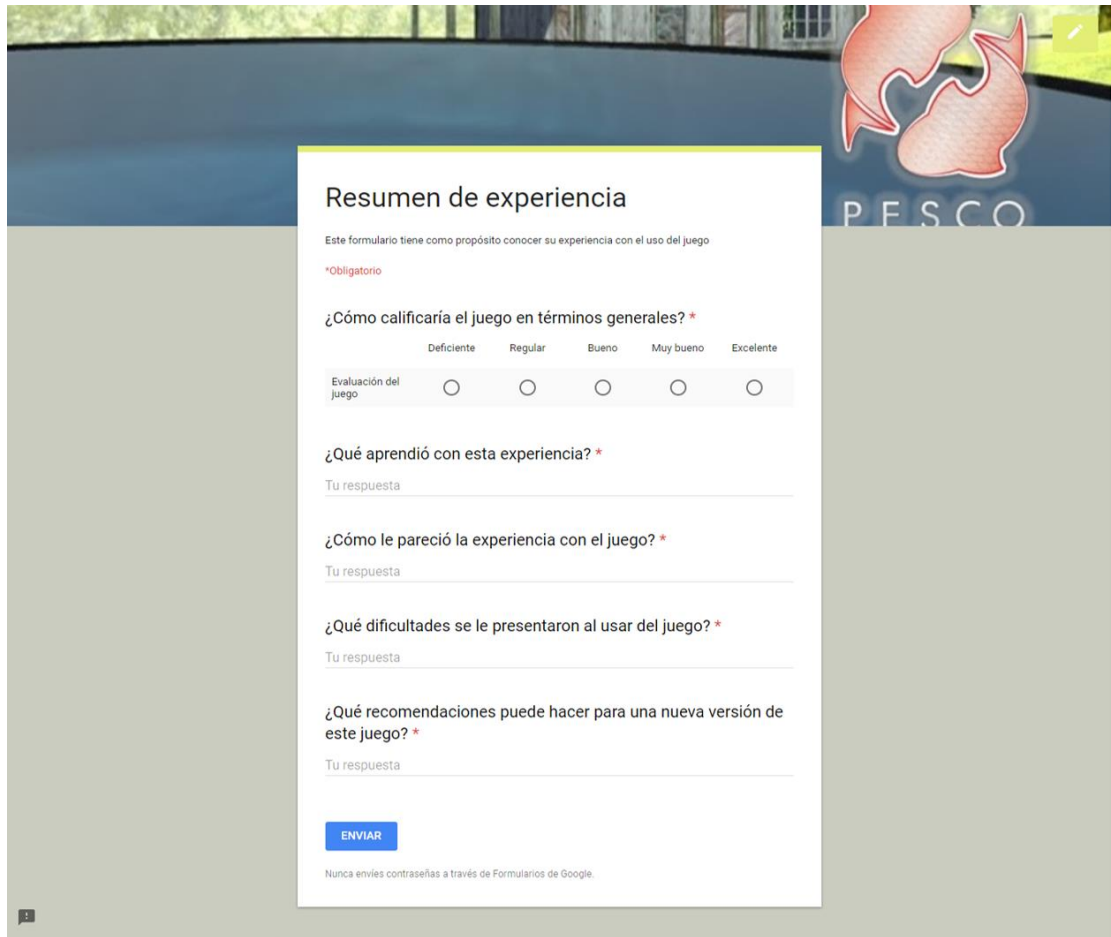
Califique de 1 a 5, siendo 5 la máxima puntuación los siguientes aspectos del juego: *

	1	2	3	4	5
Facilidad en el uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Presentación de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manual de práctica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interfaz gráfica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ayudas para el usuario	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ENVIAR

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Por último, luego de la segunda práctica, se diligencia el formulario de resumen de la experiencia, donde se recoge reflexiones y recomendaciones acerca del juego.



Resumen de experiencia

Este formulario tiene como propósito conocer su experiencia con el uso del juego

***Obligatorio**

¿Cómo calificaría el juego en términos generales? *

Deficiente Regular Bueno Muy bueno Excelente

Evaluación del juego

¿Qué aprendió con esta experiencia? *

Tu respuesta

¿Cómo le pareció la experiencia con el juego? *

Tu respuesta

¿Qué dificultades se le presentaron al usar del juego? *

Tu respuesta

¿Qué recomendaciones puede hacer para una nueva versión de este juego? *

Tu respuesta

ENVIAR

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Anexo G Artículo de divulgación

Ambiente De Dinámica De Sistemas Para El Aprendizaje Y Toma De Decisiones En Piscicultura – Pesco 3.0

Andrés Maldonado, Luis E. Guerra, Carlos A. Vásquez y Hugo H. Andrade
Universidad Industrial de Santander - Colombia

Resumen— El Grupo SIMON busca estrategias para integrar la Dinámica de Sistemas en los procesos de aprendizaje en los niveles desde preescolar hasta la educación Superior. Una de estas estrategias la implementa PESCO, un ambiente software para el aprendizaje y la toma de decisiones con la temática de Piscicultura. PESCO está soportado en un conjunto de modelos de Dinámica de sistemas (DS) que facilitan la simulación, con diferentes niveles de complejidad, del proceso productivo de peces en estanque. El ambiente de Pesco se difunde mediante un sitio web, en el cual se da a conocer toda la información que complementa la estrategia educativa. Esta ponencia presenta el proceso que ha tenido este desarrollo, hasta la versión 3.0, la cual incorpora las características de las anteriores y como novedad se encuentra el acceso desde navegadores de escritorio a niveles de juego que permiten una mayor interacción a lo largo del progreso y la participación de un colectivo de productores en modalidad asociativa para participar en el mercado.

Palabras clave— Dinámica de Sistemas, Ambiente educativo, Piscicultura, toma de decisiones.

I. INTRODUCCIÓN

En las labores de investigación del Grupo SIMON de Investigación¹ en escuelas de diversas zonas rurales del país surgió la idea de crear un ambiente software para el aprendizaje que involucre el uso de teléfonos móviles, el uso de la web y los computadores disponibles en las escuelas. El teléfono móvil es un dispositivo habitual en las familias de estas zonas y se encuentra en un avance tecnológico constante. A raíz de este hallazgo, este ambiente surge inicialmente como trabajo de grado en el marco de una propuesta de integración del modelado y la simulación al ambiente escolar y en la búsqueda de estrategias pedagógicas para promover el desarrollo de competencias laborales, en particular la de toma de decisiones. Explícitamente buscó suministrar herramientas software para atender la siguiente pregunta:

¿Cómo puede ser un ambiente software que permita al estudiante vivir experiencias virtuales para aprendizaje y de desarrollo de competencias, en las cuales se distinga el papel de la escuela, la gestión de un sistema productivo y la comercialización de su producción; usando modelado y simulación con DS?

El objetivo del ambiente es el de integrarse a los procesos de aprendizaje inicialmente en las escuelas. Posteriormente, con el desarrollo de nuevas versiones, el ambiente fue explorado en otros contextos. Por ejemplo, en el Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia -IPRED se usa con

¹ Grupo SIMON de Investigaciones en Modelamiento y Simulación, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga – Colombia.

estudiantes de programas técnicos, tecnólogos y profesionales para profundizar en temáticas de piscicultura y en el uso del modelado y simulación. Así el ambiente encontró el nuevo objetivo de promover la integración de la DS a los procesos de aprendizaje en agroindustria convirtiéndose en una herramienta de apropiación de la DS y promover el pensamiento dinámico-sistémico.

El ambiente ha pasado por diversos prototipos desarrollados a través de trabajos de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Industrial de Santander, encontrándose actualmente en desarrollo la versión 3.0.

II. AMBIENTE DE DINÁMICA DE SISTEMAS PARA EL APRENDIZAJE Y TOMA DE DECISIONES EN PISCICULTURA - PESCO 3.0

Con una tercera versión del ambiente se pretende implantar niveles de complejidad en el sistema productivo considerando factores propios de la producción de peces y del mercadeo de los mismos. En Pesco (Figura 1), se desea agregar aparte de las acciones establecidas por anteriores versiones, la opción de suministrar la ración de alimento y la modalidad de participación asociativa. Además, se incorporan nuevas ayudas visuales que apoyan al proceso, se amplía la cantidad de información visible sobre el modelo productivo y se agregan funcionalidades como un reporte actualizado de costos y un resumen en mayor detalle cuando se ha vendido toda la producción.

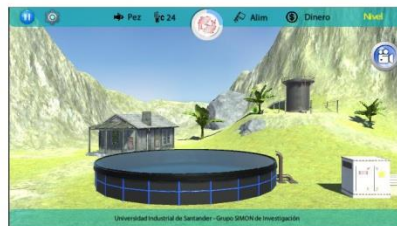


Figura 1: Vista del escenario principal de Pesco.

El mapa de Pesca está dividido en 4 espacios donde se realizan las acciones del juego: insumos, estanque, mercado y gremio. En el primer espacio, se puede comprar los peces y el alimento que se sumará al inventario para luego ser suministrado durante la producción (Figura 2). La simulación inicia al momento de comprar los alevinos y la experiencia continúa en el segundo espacio.

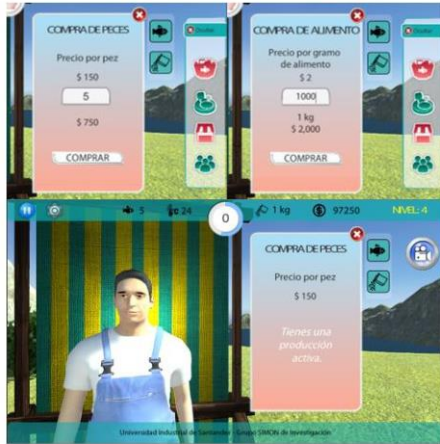


Figura 2: Vista área de insumos

En el estanque, se puede hacer un seguimiento del crecimiento y los costos asociados junto a la manipulación de la ración alimenticia a suministrar por pez (Figura 3). En cada iteración que representa un día, el sistema calcula la ración requerida en función de la biomasa² del estanque y de la temperatura.



Figura 3: Vista del estanque

² Biomasa: Peso total del conjunto de peces en un estanque.

En cualquier momento el jugador podrá ir al mercado para consultar el precio por kilogramo que se ofrece y un cuadro informativo de referencia. El usuario ingresa la cantidad de peces que desea vender y el sistema calcula el peso que representa dichos peces junto al dinero que recibirá (Figura 4).



Figura 4: Vista área del mercado

En el área del gremio, se podrá responder a una demanda fija mediante la asociación con otros jugadores para coordinar los tiempos en que cada uno llevará su producción a venta y así contribuir al cumplimiento del encargo.

Los niveles se han ideado de tal forma que las decisiones de uno contribuyan al siguiente, iniciando en un escenario de producción de un pez con un sistema automatizado para continuar con el efecto de la alimentación en el crecimiento en peso. Luego se inicia la producción en lote y se incorpora el impacto de la temperatura y el oxígeno en la producción para finalizar en la modalidad asociativa. Así, este trabajo aborda una continuidad de un trabajo más profundo del ambiente que emplea el usuario y que genera un aprendizaje lúdico.

Con el objeto de reducir las limitaciones de acceso a causa de la arquitectura de los dispositivos y aprovechando la tecnología actual, los productos software se fusionarán y se llevarán a una implementación web. La idea es que por medio de un cliente que contenga un navegador de escritorio se acceda al sitio web donde está contenido el juego, allí el usuario interactúa con Pesca y maneja su sistema productivo. Entre el sitio web y un servidor habrá comunicación para el proceso de venta (Figura 5).



Figura 5: Acceso al ambiente y ubicación de modelos.

III. INICIOS DEL AMBIENTE Y SUS VERSIONES

La versión 3.0 del ambiente viene de un proceso de desarrollo desde una idea inicial que surgió a partir de las labores de investigación del Grupo SIMON. Estas versiones han desarrollado los productos software y los modelos en Dinámica de Sistemas que han sido base para las nuevas versiones. El primer acercamiento al estado actual del ambiente se dio en 2009 con el desarrollo de un trabajo de grado [1] en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Industrial de Santander. Este trabajo consistió en un juego para teléfonos móviles mediante el cual se permite al usuario iniciar un proceso de ceba de un pez o un conjunto de peces, observar el desarrollo de su crecimiento y vender a un mercado vía Internet; una aplicación para computador personal que permite al usuario ver contenidos con temáticas del sistema productivo, experimentar mediante los modelos con Dinámica de Sistemas asociados a estas temáticas y la posibilidad de administrar estos contenidos; y un sitio web que ofrece información teórica sobre dinámica de sistemas, registro de usuarios, uso de foros y las descargas del juego, la aplicación para computador personal y manuales de instalación de estas aplicaciones.

La arquitectura propuesta (Figura 6) para la ejecución de los productos software consistió en: Un dispositivo móvil con un juego educativo llamado *Pesco*, un programa de escritorio llamado *Micromundo de aprendizaje de sistemas productivos - MASIP* y un Sitio web con los contenidos temáticos relacionados y un mercado virtual que permita a los diferentes usuarios vender la producción desde el juego en sus teléfonos móviles.



Figura 6. Diagrama comunicación de elementos.
Fuente: Guerra y Ríos [1], Universidad Industrial de Santander

Los modelos en Dinámica de Sistemas que describen el comportamiento del proceso productivo de los peces se implementaron en el código fuente de *Pesco*. El juego permite participar con acciones de compra de alevinos, compra de alimento, supervisión de crecimiento y venta de la producción en el momento adecuado de acuerdo con el juicio del jugador y el precio en el mercado (Figura 7).



Figura 7. *Pesco* Versión 1
Fuente: Guerra y Ríos [1], Universidad Industrial de Santander

En *MASIP* se facilitó la administración de usuarios, contenidos y temas. Permite el acceso a material teórico y contenido multimedia de la temática seleccionada, y a los modelos que operan en el ambiente software. En el sitio web, se detalla la información sobre el desarrollo del proyecto, los manuales y descarga de los productos, y se ofrece la herramienta de foros.

A través de un segundo trabajo de grado se dio mantenimiento al software del ambiente, aplicando correcciones y agregando nuevas funcionalidades [2]. Para la segunda versión de *Pesco*, se implementó la experiencia de juego en dos niveles. Cada nivel responde a un modelo productivo: el primero corresponde al crecimiento de un pez y el segundo el de un estanque de peces. También se mejoró la visualización de la información y se implementaron de sesiones de juego (Figura 8).



Figura 8. *Pesco* Versión 2
Fuente: Castro y Zambrano [2], Universidad Industrial de Santander

Una sesión es un juego restringido con conjunto de parámetros que se establecen para las partidas de juego de los jugadores integrados a la misma bajo la dirección de un docente encargado de incorporar a sus integrantes y definir los tiempos de iteración (la representación de tiempo real en el modelo) del mercado y del mismo juego. De este modo, cuando un jugador inicie su juego tendrá la posibilidad de acceder a las sesiones a las cuales ha sido vinculado y participar en conjunto sólo con los miembros de la sesión seleccionada. También se dejó una sesión global en la cual podía participar cualquier jugador sin restricción alguna.

En *MASIP* se dividieron las vistas de acuerdo con el rol del usuario en niveles de lector, experimentador e investigador. El nivel lector ofrece documentos para conocer fundamentos teóricos, el nivel experimentador permite efectuar la experimentación simulada de los fenómenos en estudio y el nivel investigador permite conocer los modelos matemáticos

que sustentan los experimentos que simulan. También se adicionaron simuladores del juego móvil, donde se toman datos tanto del mercado (en el sitio web) así como del juego en el celular. Para recrear el escenario en el cual se encuentra el jugador, se incluye un panel de preguntas guía y preguntas puntuales, un glosario de términos y la exportación e importación de contenidos.

IV. LA DINÁMICA DE SISTEMAS EN EL AMBIENTE DE APRENDIZAJE EN PISCICULTURA

El ambiente ha venido haciendo uso de modelos en Dinámica de Sistemas desarrollados al interior del grupo SIMON con propósitos de representar los fenómenos de crecimiento de peces y la dinámica de la oferta y demanda en este sector. Los modelos con DS también han sido usados para apoyar el aprendizaje de la piscicultura en los estudiantes. En las versiones iniciales del ambiente, se empezó por el uso del modelo de crecimiento de un pez y luego se agregó el modelo de crecimiento de un estanque de peces.

Los prototipos parten del conocimiento científico existente alrededor del cultivo de peces. Posteriormente, con la incorporación de expertos en el tema, los modelos se fueron mejorando. La piscicultura es la acuicultura de peces, actividad que busca aprovechar las condiciones y recursos de un espacio para la crianza, ya sea con fines comerciales, nutricionales, poblacionales u ornamentales [3]. La dinámica de esta labor depende directamente de la biología de la especie en cría y de la eficiente administración de los elementos necesarios para la subsistencia del individuo.

Inicialmente se conoce que el crecimiento de un pez está relacionado con su alimentación y se asume que entre mayor sea el alimento más rápido será su desarrollo [3]. En el modelo este aumento del peso se modela como un factor de conversión que se define como la relación entre el alimento que se le proporciona al pez y la porción de ese alimento que se convierte en carne. A partir de esto se plantearon las relaciones dinámicas mostradas en la Figura 9, para luego irse desarrollando los modelos bajo una metodología de prototipos que incluye nuevos elementos en cada nuevo prototipo.

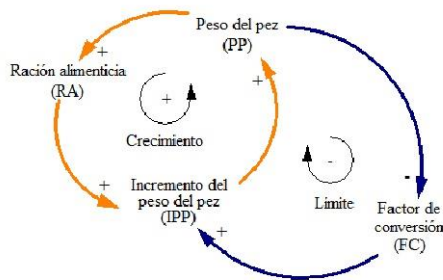


Figura 9: Diagrama influencias crecimiento de un pez.

El modelo de crecimiento de un pez contempla el crecimiento del pez como el incremento del peso del pez (PP) en función de una ración alimenticia diaria (RA) proporcionada al pez, el factor de conversión (FC) de dicha ración alimenticia y un peso máximo que puede alcanzar el pez. En el modelo se añadieron elementos para calcular los costos para llevar el pez a un peso deseado y las utilidades de venta de un pez de acuerdo con un precio externo. La Figura 10 muestra el diagrama de flujo-nivel en sectores del prototipo del modelo de crecimiento de un pez.

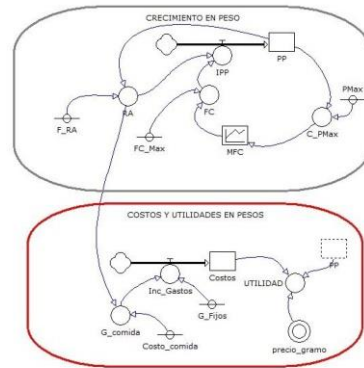


Figura 10: Modelo de crecimiento de un pez.

Con el desarrollo de nuevas versiones del ambiente y sus modelos y con la asesoría del experto en piscicultura, se tomó en cuenta que la ración alimenticia requerida por un pez en un determinado peso no es siempre una proporción constante del peso del pez, y no necesariamente la porción de alimento que se le suministra va a ser convertida por el pez en carne; una parte de la ración va a dirigirse a cubrir primero las necesidades del pez para su sostenimiento. La rapidez en el crecimiento del peso del pez depende de más elementos como la calidad del agua, la calidad y cantidad del alimento, forma de suministro y la temperatura del agua [3].

Para la realización del modelo de un estanque de peces, múltiples factores que intervienen se tomaron en cuenta; factores de carácter biológico, físico, químico, ecológico, climático, económico, entre otros. Con el uso del modelo de estanque de peces para entender las relaciones presentes entre estos elementos, se estableció un escenario donde se tiene en cuenta la temperatura, el oxígeno disuelto del agua y la alimentación de un conjunto de peces. Con ello, se determina los costos asociados a una producción y así establecer valores de referencia al momento de vender. La Figura 11 ilustra las relaciones de influencia entre dichos factores.

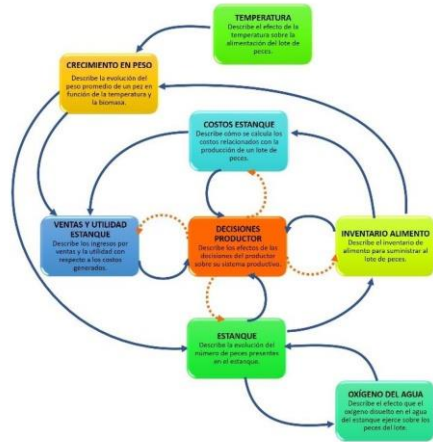


Figura 11 Mapa de sectores

La versión 3.0 del Ambiente, aquí presentada, implementó el modelo de crecimiento del pez promedio y el estanque que se desarrolló en un proyecto de investigación realizado en los programas de producción agroindustrial de la Universidad Industrial de Santander [4]. En la Figura 12 se presenta el diagrama flujo-nivel del prototipo final para el desarrollo del ambiente software donde las acciones del usuario y del sistema son criterios para la simulación.

La validación de la coherencia del modelo con la información científica de este prototipo está apoyada en la participación de uno de los autores quien es experto en el área y los resultados se han confrontado con procesos reales.

En la Figura 13 se presenta el modelo para la operación del mercado. En él se describe el comportamiento de las ventas de cada jugador con su respectiva producción y la conducta de la oferta y la demanda junto a su influencia en el precio. Este modelo se basa en el modelo de oferta-demanda de presentado en Road Maps [5].

El sector demanda considera el total de inventario de las producciones activas en un determinado momento y el total de productores. Con ello, asume una demanda que restará al inventario de la oferta. Ya en la oferta ingresan las ventas realizadas por los productores y el inventario de este sector medirá una relación con un inventario deseado, este valor determinará el efecto en el precio.

Para el cálculo del precio, se tiene un precio deseado en función de la oferta y la demanda. Si este precio se encuentra dentro de un rango definido pasará a ser el precio objetivo, de lo contrario el precio será el valor extremo. Como en la situación real el precio objetivo no se refleja de inmediato, el precio real irá cambiando aproximándose de acuerdo con una demora establecida.

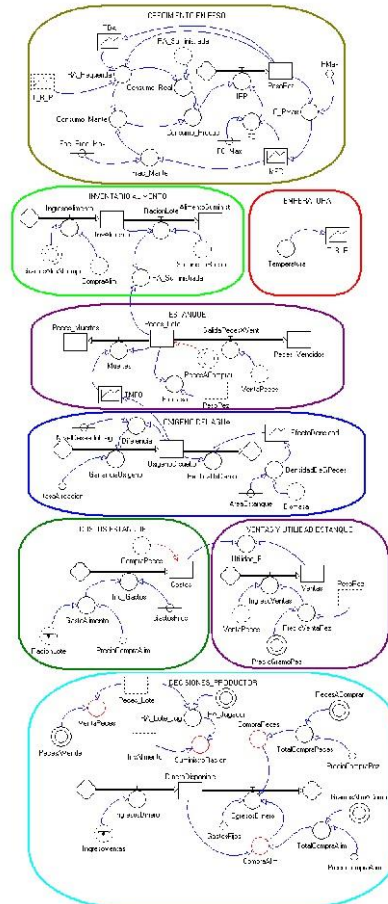


Figura 12 Modelo de producción y mercadeo piscícola

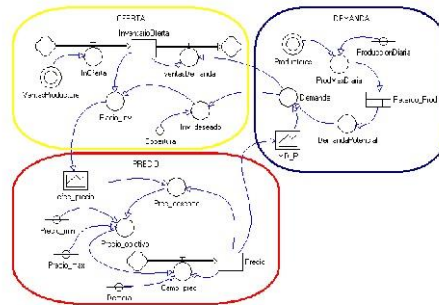


Figura 13 Modelo de mercado