

**SIMULACIÓN DE LA DINÁMICA DE FENÓMENOS ESTELARES
SIFEST 1.0**

**SANDRA JOVANA CERÓN GONZÁLEZ
JORGE EUCLIDES LEÓN SALAMANCA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
BUCARAMANGA
2005**

**SIMULACIÓN DE LA DINÁMICA DE FENÓMENOS ESTELARES
SIFEST 1.0**

**SANDRA JOVANA CERÓN GONZÁLEZ
JORGE EUCLIDES LEÓN SALAMANCA**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de
Sistemas.**

Director

PhD. ARTURO PLATA GÓMEZ

Codirector

Msc. HUGO ANDRADE

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

2005

TABLA DE CONTENIDO SIFEST 1.0

INTRODUCCIÓN.....	1
1 ESTADO DEL ARTE.....	4
2 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 AREA DE FÍSICA.....	6
2.1.1 Estrellas Binarias.....	6
2.1.2 Diagrama de Hertzsprung Russell.....	25
2.1.2.1 Temperatura efectiva.....	30
2.1.3 Ciclo de vida de una estrella (Evolución Estelar)	32
2.2 AREA DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE.....	36
2.2.1 Metodología de desarrollo del software.....	37
2.2.1.1 Modelo de espiral.....	37
2.2.1.2 Lenguaje Unificado de Modelado (UML).....	40
2.2.1.3 Diagramas de casos de uso.....	41
2.2.1.4 Diagramas de actividades.....	41
2.2.1.5 Diagramas de despliegue.....	42
2.2.1.6 Diagramas de clases.....	42
2.3 ARQUITECTURA DEL SOFTWARE.....	42
2.3.1 Aspectos Generales.....	42

2.3.2 Arquitectura de tres capas.....	43
3 TECNOLOGÍA SOFTWARE EMPLEADA.....	46
3.1 SISTEMA OPERATIVO DEL SERVIDOR WEB.....	46
3.2 PROGRAMACIÓN DEL LADO SERVIDOR.....	47
3.3 SERVIDOR WEB.....	47
3.4 PROGRAMACIÓN DEL LADO CLIENTE.....	48
3.5 ALMACENAMIENTO DE DATOS-BASE DE DATOS.....	50
4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SIFEST 1.0.....	52
4.1 PRIMERA FASE.....	52
4.1.1 Planificación y características generales del sistema	52
4.1.2 Análisis de riesgos	55
4.1.3 Primer prototipo	55
4.1.4 Plan de requerimientos.....	56
4.1.4.1 Requisitos funcionales.....	57
4.1.4.1.1 Diagrama de casos de uso.....	58
4.1.4.1.2 Descripción del diagrama.....	58
4.1.4.1.3 Diagrama de despliegue del sistema.....	60
4.1.4.1.4 Diagrama de actividades.....	60
4.1.4.2 Requisitos no funcionales.....	61
4.1.5 Evaluación del cliente.....	62
4.2 SEGUNDA FASE.....	63
4.2.1 Planificación.....	63
4.2.2 Análisis de riesgos.....	63

4.2.3 Segundo prototipo.....	64
4.2.4 Validación de requerimientos.....	64
4.2.4.1 casos de uso del actor usuario.....	64
4.2.4.2 Casos de uso del actor profesor-administrador.....	66
4.2.4.3 Diagramas de clase	68
4.2.4.3.1 Diagrama de clases Web Profesor-Administrador.....	68
4.2.4.4 Diagramas de clases para cada simulación.....	70
4.2.5 Plan de desarrollo.....	74
4.2.6 Evaluación del cliente.....	74
4.3 TERCERA FASE.....	74
4.3.1 Planificación.....	75
4.3.2 Análisis de riesgos	75
4.3.3 Tercer Prototipo	75
4.3.4 Implementación y Pruebas.....	78
4.4 CUARTA FASE.....	81
4.4.1 Planificación.....	81
4.4.2 Análisis de riesgos	81
4.4.3 Prototipo Operativo.....	81
4.4.4 Pruebas.....	82
5 MANUAL DE USUARIO Y PRESENTACIÓN DEL SOFTWARE	83
5.1 USUARIO ADMINISTRADOR	83
5.1.1 Acceso al administrador de SIFEST 1.0	83
5.2 USUARIO ESTUDIANTE E INVITADO	87

5.2.1 Acceso a SIFEST 1.0	87
6 CONCLUSIONES	91
7 RECOMENDACIONES.....	93
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de la arquitectura de tres capas.....	45
Tabla 2 Características generales del sistema.....	54
Tabla 3 Análisis de riesgos.....	55
Tabla 4 Descripción del actor profesor-administrador.....	57
Tabla 5 Descripción del actor estudiante.....	58
Tabla 6 casos de uso relacionados con el actor usuario.....	59
Tabla 7 casos de uso relacionados con el actor profesor-administrador...	59
Tabla 8 Análisis de riesgos segunda fase.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estrellas binarias visuales.....	6
Figura 2 Primera ley de Kepler	9
Figura 3 Anomalía verdadera y radio vector.....	10
Figura 4 Segunda Ley de Kepler.....	11
Figura 5 Relación entre coordenadas cartesianas y polares.....	16
Figura 6 Relación área-tiempo.....	7
Figura 7 Relación área-ángulo	19
Figura 8 Trayectoria circular.....	23
Figura 9 Trayectoria parabólica.....	23
Figura 10 Trayectoria hiperbólica.....	24
Figura 11 Trayectoria elíptica.....	24
Figura 12 Diagrama de Hertzsprung Russell.....	26
Figura 13 Escala Logarítmica de la relación masa-luminosidad para estrellas de la Secuencia principal	27
Figura 14 Energía irradiada por un cuerpo negro.....	31
Figura 15 Caminos evolutivos.....	35
Figura 16 Modelo de Espiral.	38
Figura 17 Arquitectura de tres capas	44
Figura 18 Tecnologías empleadas para el desarrollo de SIFEST 1.0.....	46
Figura 19 Interfaz preliminar del ambiente Web....	56
Figura 20 Prototipo inicial del applet de estrellas binarias	56

Figura 21 Modelo de casos de uso general del sistema	58
Figura 22 Diagrama de despliegue del sistema	60
Figura 23 Diagrama de Actividades Profesor-Administrador.....	60
Figura 24 Diagrama de Clases Web Profesor-Administrador.....	69
Figura 25 Diagrama de clases del applet que muestra la simulación del diagrama de Hertzsprung Russell	70
Figura 26 Diagrama de clases del applet que muestra la simulación que de la curva de Planck.....	71
Figura 27 Diagrama de clases para el applet que muestra la simulación del movimiento de las estrellas binarias.	72
Figura 28 Diagrama de clases para el applet que muestra la simulación de la evolución de una estrella a lo largo de su ciclo de vida	73
Figura 29 Diagrama de clases para el applet que muestra la simulación del movimiento de estrellas binarias alrededor del centro de masas	73
Figura 30 diagrama de casos de uso general del sistema (tercera fase) .	76

RESUMEN

TÍTULO: SIMULACIÓN DE LA DINÁMICA DE FENÓMENOS ESTELARES SIFEST 1.0 * .

AUTORES: SANDRA JOVANA CERÓN GONZÁLEZ
JORGE EUCLIDES LEÓN SALAMANCA****

PALABRAS CLAVES: SIFEST, Simulación, Estrellas, Estelar, Dinámica, Modelado, Astronomía, Halley, Simon.

CONTENIDO

SIFEST 1.0 es la primera herramienta software de su estilo construida para el Centro Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales con la colaboración del grupo Simon de Investigaciones como apoyo a los estudiantes de la materia Astronomía General enfocada al tópico de Astronomía Estelar.

Esta herramienta permite a los estudiantes la observación en forma gráfica y analítica de diferentes fenómenos estelares a través de simulaciones disponibles en la web; incluye, además de la exploración de las simulaciones, la comunicación entre el estudiante y el profesor en la solución de inquietudes y desarrollo de actividades complementarios propuestas por el docente. También le facilita al estudiante un glosario y la opción de autoevaluarse con temas relacionados con astronomía estelar.

SIFEST 1.0 pretende ayudar a los estudiantes de Astronomía General en el aprendizaje de modelos físicos y su relación con el comportamiento estelar por medio del análisis tanto gráfico como matemático de situaciones planteadas como objeto de estudio de la materia. SIFEST 1.0 en esta forma, da oportunidad a los estudiantes de mejorar su comprensión de los temas pertenecientes a la clase y presenta la información que el profesor desea enseñar ya que permite ser actualizado en todos los servicios que entrega a quien desea hacer uso de él.

*Proyecto de Grado

**Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Director PhD Arturo Plata Gómez. Codirector Msc. Hugo H. Andrade.

ABSTRACT

TITLE: SIMULATION OF THE DYNAMICS OF STELLAR PHENOMENA SIFEST 1.0.

**AUTHORS: SANDRA JOVANA CERÓN GONZÁLEZ
JORGE EUCLIDES LEON SALAMANCA**

KEY WORDS: SIFEST, Simulation, Stars, Stellar, Dynamics, Modeling, Astronomy, Halley, Simon.

CONTENT

SIFEST 1.0 is the first software tool of its style built for the Halley Center of Astronomy and Aerospace Sciences with the collaboration of the Investigations Simon group as a support for General Astronomy students focused to the topic of Stellar Astronomy.

This tool allows the students the observation in graph and analytic form of different stellar phenomena through available simulations in the web; besides it includes the exploration of simulations, the communication between the student and the professor in the solution of concerns and complementary development of activities proposed by the educational one. It also facilitates the student a glossary and the feedback option with topics related with stellar astronomy.

SIFEST 1.0 seek to help the students of General Astronomy in the learning of physical models and their relationship with the stellar behavior through the analysis graphic and mathematical of situations outlined as object of study of the subject. In this way, SIFEST 1.0 gives opportunity to the students of improving their understanding in the topics belonging to the class and showing the information that the professor wants to teach because it allows to be upgraded in all the services that it has who wants to make use of it.

Faculty of Physical and mechanical Engineering, School of Computer Science.
Director PhD Arturo Plata Gomez. Co-director Msc. Hugo Hernando Andrade.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su sincero agradecimiento a:

PhD. En ciencias para la ingeniería Arturo Plata Gómez, Director del Centro Halley de Astronomía y ciencias Aeroespaciales de la facultad de ciencias de la Universidad Industrial de Santander, por todo el deseo, esfuerzo y consejos en la dirección del proyecto.

Msc. En Informática Hugo H. Andrade Sosa, Director del Grupo SIMON de Modelamiento y Simulación de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander, por su apoyo, consejos y confianza en la realización de este proyecto.

Ingeniero Leonardo Castro por su disposición y apoyo en todo momento.

Diseñador Enrique José Oyaga, Sistemas y Computadores, por sus recomendaciones y apoyo.

Físico Herling González, investigador de física del plasma de la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander.

Físico Orlando Katime, miembro del Centro Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales de la Facultad de Ciencias de la Universidad Industrial de Santander.

Estudiante Pedro Nel Gómez Quintero por el apoyo incondicional durante el desarrollo de éste proyecto.

Estudiante José Andrés Hernández por sus consejos y apoyo.

Centro Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales por sus apreciaciones, aportes y espacio para poder realizar el proyecto.

A todos nuestros familiares, amigos y compañeros que estuvieron entregando su apoyo y colaboración durante la ejecución del proyecto y quienes hicieron parte de nuestra formación como ingenieros de sistemas.

DEDICATORIA

A mi Padre Celestial por todo lo que ha dispuesto en mi vida, su amor y bondad.

A mi esposa Liliana y mi hijo Yan Paul quienes me dan felicidad en todo momento.

A mis padres Antonio y Bárbara quienes han partido pero su legado permanece y a quienes tengo presente.

A mi familia sanguínea y muchos otros que de corazón ahora lo son.

Jorge

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir este momento.

A mi familia por su confianza y apoyo

A mis compañeros del Centro Halley por sus retos

A mi, por perseverar...

Jovana

INTRODUCCION

Con el transcurrir del tiempo se han modificado los métodos de enseñanza, es por esto que cada vez se hace necesario desarrollar nuevas herramientas que faciliten al profesor dar los contenidos de una forma diferente y didáctica y a su vez permitan al estudiante ampliar los conocimientos en las diversas áreas, así mismo, tanto profesor como alumno se benefician y complementan su labor de una forma práctica. Es por esto que se ha propuesto SIFEST 1.0 como un apoyo a la materia Astronomía General, actualmente dictada por el Centro Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales; dicho software se encuentra enfocado al tópico correspondiente a la Astronomía Estelar, considerado uno de los más importantes en el contenido de esa materia.

Teniendo en cuenta que son muchos los tropiezos que se le presentan al estudiante de astronomía a la hora de encontrar documentación relacionada con esa área, en especial porque la astronomía es un tema poco tratado en nuestro entorno, el estudiante no cuenta con los medios visuales suficientes para interactuar y ver claramente los fenómenos, ya que generalmente se presenta de una manera teórica y de nivel avanzado, o muy superficial, conociendo que quienes ven la materia de Astronomía General son en su gran mayoría estudiantes de ingeniería pertenecientes a los primeros semestres de pregrado; SIFEST 1.0 surge como respuesta a una necesidad de colocar a disposición de los estudiantes información y visualización de fenómenos que

faciliten la comprensión de la astronomía estelar, éste software contribuirá a la formación profesional de los estudiantes al suministrar nuevos espacios para el desarrollo de su capacidad de análisis e interpretación de resultados. Su contenido se ha basado en tres tópicos que se consideran fundamentales en el campo de astronomía estelar, estos son: **Diagrama de Hertzsprung Russell, estrellas binarias y Ciclo de vida de una Estrella**, los cuales son presentados al estudiante a manera de laboratorio virtual en donde él podrá interactuar con diferentes applets y afianzar los contenidos vistos en el curso.

Pese a que el software se encuentra enfocado principalmente a los estudiantes de la materia de astronomía general, es de libre acceso a cualquier tipo de usuario que se sienta en capacidad de hacer uso de éste, lo cual implica tener conocimientos básicos de física y astronomía.

El software inicialmente hace una breve presentación de cada tema a tratar, explica el manejo de cada uno de los applets, permite al profesor proponer ejercicios para que los estudiantes puedan afianzar los temas vistos y a su vez autoevaluar los conocimientos adquiridos; también el usuario tendrá la oportunidad de escribirle al profesor a través de la Web y comunicarle las inquietudes, así mismo, éste último puede conducir al estudiante a diferentes páginas que considere puedan ser útiles en el proceso de aprendizaje.

El presente documento en el capítulo 1 hace una breve descripción del estado del arte de simulaciones en la enseñanza de astronomía a través de la web.

La teoría básica de lo que son los tres tópicos del área de astronomía estelar: Diagrama de Hertzsprung Russell, estrellas binarias y Ciclo de vida de una estrella se presenta en el capítulo 2, así como los tópicos relacionados con la ingeniería del software, los cuales se tuvieron en cuenta en el diseño y desarrollo de SIFEST 1.0. Por último se explica la arquitectura software empleada.

En el capítulo 3 se describe lo relacionado con la tecnología software empleada en el desarrollo e implantación de SIFEST 1.0.

El capítulo 4 presenta un resumen de lo que fue la fase de diseño y construcción de SIFEST 1.0, explicando cada una de las etapas que se desarrollaron utilizando el modelo de ciclo de vida escogido.

En el capítulo 5 se presenta el manual tanto para el usuario estudiante como para el usuario profesor-administrador, así mismo, hace una presentación de la interfaz de SIFEST 1.0.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones relacionadas con SIFEST 1.0.

1 ESTADO DEL ARTE

La astronomía es un área que paulatinamente se ha estado incluyendo en las áreas de la educación en nuestro medio, son varias las universidades que han implementado software de apoyo en el área de astronomía, pero en su gran mayoría son extranjeras; por una parte se encuentra el proyecto CLEA (Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy), allí se encuentran una serie de programas cuyo objetivo es conducir al estudiante (principalmente de astrofísica) al mundo de la práctica observacional, dichas prácticas se presentan de una manera didáctica al introducir conceptos astrofísicos básicos para estudiantes y aficionados. A través de una serie de ejercicios prácticos, el alumno aprende a manejar un observatorio virtual, los programas son sencillos de manejar. La página Web de dicho proyecto es:

<http://www.gettysburg.edu/project/physics/CLEAsoft.overview.html>

En <http://www.mhhe.com/physsci/astronomy/applets/Hr/frame.html> se presenta material relacionado con el diagrama de Hertzsprung Russell, en donde el estudiante encuentra una breve descripción de lo que éste significa. Puede interactuar con un applet en donde se muestra la evolución de una estrella con determinada masa inicial, puede ver cómo varia su radio, temperatura, masa y luminosidad a lo largo de su ciclo evolutivo. El applet despliega el camino que forma la estrella a lo largo del tiempo, de acuerdo a la variación que va presentando la luminosidad y temperatura en determinado momento.

En el sitio Web <http://jersey.uoregon.edu/vlab> correspondiente al departamento de física de la Universidad de Oregon se encuentra un laboratorio virtual basado en los applets de Java, donde los estudiantes pueden realizar a través de la Web varias simulaciones correspondientes a astrofísica, mecánica, termodinámica, entre otros, allí los estudiantes pueden encontrar una forma dinámica de afianzar los conceptos adquiridos, dicha página no presenta conceptos teóricos, sino que enfatiza en lo que es la práctica relacionada con la temática mencionada anteriormente.

En Colombia existen varios sitios en donde el estudiante puede encontrar información teórica acerca de astronomía, pero no existe uno en concreto que la de a conocer de forma interactiva como lo hacen con otras áreas de la física, como es el caso de: <http://www.unalmed.edu.co/~daristiz/index.html> de la Universidad Nacional de Colombia con sede en Medellín en la cual se encuentra disponible una diversidad de material para que los estudiantes universitarios y de la básica secundaria, puedan reforzar el aprendizaje de la física en general. Allí se encuentran guías de laboratorio documentadas, simulaciones de experimentos, gran cantidad de animaciones y notas de física a nivel universitario.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ÁREA DE FÍSICA

2.1.1 Estrellas Binarias

Estrellas Binarias Visuales:

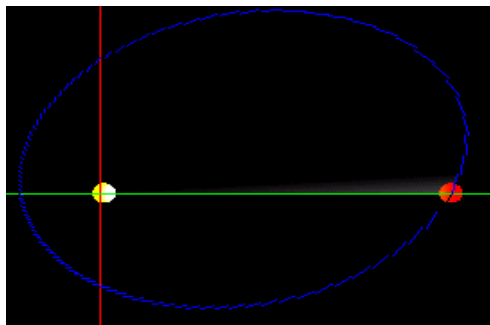


Figura 1 Estrellas binarias visuales

Un sistema binario o estrella doble se puede definir como un par de estrellas físicamente ligadas por su atracción gravitatoria mutua, como consecuencia de ello, cada una describe una órbita alrededor de la otra de la misma forma que la tierra gira alrededor del sol (Figura1). Teniendo en cuenta la técnica utilizada en el descubrimiento de dicho sistema y su posterior observación, las estrellas binarias o dobles se clasifican en tres tipos: espectroscópicas eclipsantes y visuales.

Las binarias espectroscópicas son detectadas debido a las variaciones de velocidad radial medidas por el efecto Doppler-Fizeau, este tipo de estrellas no es posible detectarlo mediante el telescopio.

Las binarias eclipsantes se detectan por las variaciones periódicas de su brillo aparente debido a la producción de eclipses.

Las binarias visuales son detectadas por los cambios en sus posiciones relativas al ser observadas en distintas épocas

La naturaleza de las binarias visuales es descubierta por medios ópticos a través de observación mediante telescopio ya sea directa, utilizando la placa fotográfica, registros CCD o técnicas interferométricas. Al estar las componentes de este tipo de estrellas alejadas entre si, la dinámica del sistema es equivalente a la del problema de los dos cuerpos, por lo tanto, cada una de las estrellas describe una órbita en torno al centro de masas o, de manera semejante, si se toma a una de ellas como fija (la mas masiva), la otra describirá una órbita relativa en torno a ella.

Para facilitar el estudio de este último tipo de estrellas binarias, es necesario tener en cuenta las leyes que enunció Kepler, las cuales rigen el movimiento de los planetas, al igual que la ley de la gravitación universal enunciada por Newton, que explica por qué los planetas se mantienen en órbita.

A continuación se enuncia el problema de los dos cuerpos [1], el cual se toma como base para la simulación del movimiento relativo de estrellas binarias visuales.

Dadas dos partículas (o cuerpos perfectamente esféricos con distribución de densidad uniforme en su interior o cuya densidad sea solo función de la distancia) de masas m_1 y m_2 , completamente aisladas de las demás masas que conforman el universo, encontrar el estado dinámico de ambos cuerpos con respecto a un sistema inercial dado cuando la única fuerza que actúa entre ellas es la de atracción gravitacional.

Se entiende por “aisladas” que las demás masas que conforman el universo se encuentran a distancias muy grandes comparadas con la distancia que existe entre m_1 y m_2 o que si existen cuerpos cercanos a m_1 y m_2 , sus masas son tan pequeñas comparadas con las primeras, que la fuerza gravitacional que ejercen sobre éstas es completamente despreciable.

Para una mejor comprensión del movimiento de las estrellas binarias visuales, a continuación se hará una breve exposición de lo que son las tres leyes de Kepler, ya que sus estudios permitieron a los astrónomos dar una explicación acerca del movimiento de algunos cuerpos celestes, como por ejemplo el movimiento planetario y el de las estrellas binarias, en las cuales, el movimiento se rige por el mismo principio.

Llamando m_1 la masa central y m_2 la masa que se encuentra en órbita, se tiene que las leyes de Kepler son las siguientes:

Primera Ley: La masa m_2 describe una trayectoria elíptica alrededor de la masa m_1 ubicada en uno de sus focos.

Los focos (F y F') son puntos fijos cuya suma de distancias a un punto cualquiera P de la elipse es una constante (Figura 2).

$$FP + F'P = \text{constante}$$

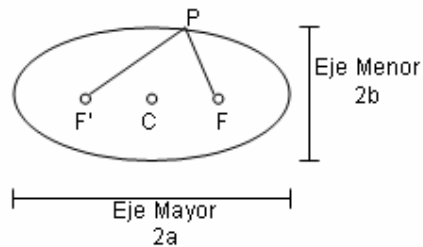


Figura 2 Primera ley de Kepler

La distancia entre el foco y cualquier punto P de la elipse está dada por la siguiente expresión.

$$r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos \theta} \quad (1.0)$$

donde θ es el ángulo existente entre la distancia al pericentro (punto de mayor acercamiento entre los dos cuerpos) y la línea $m_1 m_2$ medido en dirección contraria a las agujas del reloj. a es el semieje mayor y e es la excentricidad de la órbita (Figura3).

La distancia r se llama radio vector y el ángulo θ se llama anomalía verdadera.
 El punto mas alejado entre los dos cuerpos se llama apocentro.

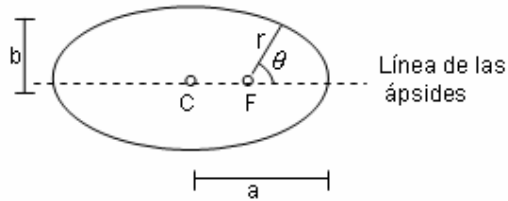


Figura 3 Anomalía verdadera y radio vector

Segunda Ley: El área que barre el movimiento de la masa m_2 alrededor de m_1 es directamente proporcional al tiempo.

La forma matemática de expresar esta ley es:

$$A \approx \alpha t$$

Donde A es el área que barre la masa m_2 en su órbita y t es el tiempo. Al introducir una constante de proporcionalidad K se tiene:

$$A = K t$$

Si A_1 es el área barrida por m_2 entre la diferencia de tiempo $t_2 - t_1$ y A_2 es el área barrida entre la diferencia de tiempo $t_4 - t_3$ y si ambas diferencias de tiempo son iguales, se tendrá (ver figura 4):

$$K = \frac{A_1}{t_2 - t_1} = \frac{A_2}{t_4 - t_3}$$

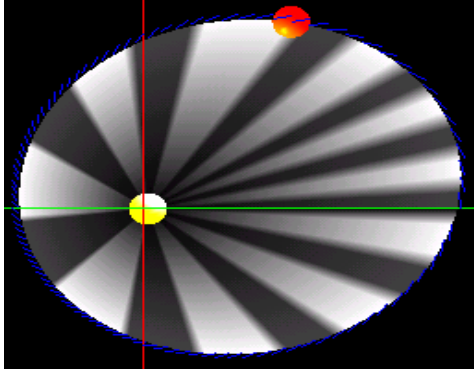


Figura 4 Segunda Ley de Kepler

Tercera Ley: El cuadrado del período de traslación T (tiempo que le toma a m_2 en dar una vuelta completa alrededor de m_1) es directamente proporcional al cubo de las distancias medias existentes entre m_2 y m_1

$$T^2 \approx \alpha \cdot a^3$$

Introduciendo una constante de proporcionalidad

$$T^2 = K_1 a^3$$

Esta tercera ley se resume diciendo que entre mas cerca se encuentre la masa m_2 de m_1 , mas rápido será su desplazamiento y por lo tanto invertirá menor tiempo en dar una revolución completa.

En el problema de los dos cuerpos sólo es considerada la fuerza de atracción newtoniana, lo que significa que no existen fuerzas externas, o, si existen, son de magnitud tan pequeña que se consideran insignificantes. Dicha ley expresa que la interacción gravitacional existente entre dos partículas materiales origina una fuerza de atracción entre ambas que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de las

distancias que las separa. De acuerdo con esto, la fuerza que se ejerce sobre el cuerpo de masa m_2 debido a la presencia del cuerpo de masa m_1 representada por \vec{F}_{21} está dada por:

$$\vec{F}_{21} = -\frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{u}_r \quad (1.1)$$

donde u_r es el vector unitario en la dirección del vector posición \vec{r} que va desde el cuerpo de masa m_1 al cuerpo de masa m_2 , cuya magnitud es la distancia r , el signo negativo indica que la fuerza que actúa sobre m_2 (debido a m_1) está en dirección contraria a la del vector \hat{u}_r (fuerza de atracción). La constante G es la constante de atracción universal de la gravitación,

$$G = 6.67259 \times 10^{-11} \frac{m^3}{Kg * s^2}$$

Igualmente, la fuerza que se ejerce sobre la partícula m_1 debido a la existencia de m_2 es:

$$\vec{F}_{12} = \frac{Gm_1m_2}{r^3}\vec{r} \quad (1.2)$$

Teniendo en cuenta la segunda ley de Newton, las dos expresiones anteriores se convierten en las siguientes ecuaciones diferenciales vectoriales:

$$m_2 \frac{d^2\vec{r}_2}{dt^2} = -\frac{Gm_1m_2}{r^3}\vec{r} \quad m_1 \frac{d^2\vec{r}_1}{dt^2} = \frac{Gm_1m_2}{r^3}\vec{r} \quad (1.3)$$

De las anteriores ecuaciones se tiene que:

$$\frac{d^2 \vec{r}_2}{dt^2} = -\frac{Gm_1}{r^3} \vec{r} \quad \frac{d^2 \vec{r}_1}{dt^2} = \frac{Gm_2}{r^3} \vec{r} \quad (1.4)$$

Restando la segunda de la primera queda:

$$\frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = -\frac{G(m_1 + m_2)}{r^3} \vec{r} \quad (1.5)$$

Esta última ecuación es entonces la ecuación que describe el movimiento de m_2 con respecto a un origen centrado en m_1 .

Una de las formas en que ha sido resuelto el problema de los dos cuerpos, es estudiando el movimiento de una partícula respecto a la otra (Movimiento Relativo), en donde se adopta como origen de coordenadas a cualesquiera de las dos partículas. El plano xy es el plano en donde va a estar orbitando dicho sistema, el eje z es perpendicular a dicho plano.

El objetivo es encontrar la manera de hallar \vec{r} en función del tiempo.

Introduciendo un sistema de coordenadas cartesiano en tres dimensiones con origen de coordenadas en m_1 , el vector posición estará dado por:

$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k} \quad (1.6)$$

Donde \hat{i} , \hat{j} y \hat{k} son los vectores unitarios en las direcciones de los ejes x, y, z respectivamente.

Los vectores velocidad y aceleración son:

$$\vec{r} = \vec{v} = \dot{x}\hat{i} + \dot{y}\hat{j} + \dot{z}\hat{k} \quad (1.7)$$

$$\ddot{\vec{r}} = \ddot{x}\hat{i} + \ddot{y}\hat{j} + \ddot{z}\hat{k} \quad (1.8)$$

La ecuación vectorial del movimiento de m_2 con respecto a m_1 , en términos de las componentes espaciales representa el conjunto de ecuaciones siguiente:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{r^3}x \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{k}{r^3}y \quad \frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{k}{r^3}z \quad (1.9)$$

donde:

$$k = G(m_1 + m_2)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Para hallar la solución a dicha ecuación (encontrar la relación matemática existente entre \vec{r} (o x, y, z) y el tiempo), se integra dos veces las ecuaciones en cuestión con respecto al tiempo. Una primera integración de la ecuación (1.1) daría ecuaciones de la forma:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = f_1(c_k, t) \quad (1.10)$$

Donde c_k son las tres constantes de integración. Esta última ecuación permite calcular la velocidad (o sus componentes) del cuerpo de masa m_2 para cualquier tiempo t . Los valores de c_k se hallan a partir de los valores de los componentes de velocidad para un tiempo determinado t_0 .

Integrando por segunda vez la ecuación queda de la forma

$$\vec{r} = f_2(c_j, c_k, t) \quad (1.11)$$

donde los c_j son las nuevas constantes de integración. Esta última ecuación permite calcular la posición (o sus componentes) del cuerpo de masa m_2 para cualquier tiempo t . Los valores de c_j se hallan a partir de los valores de los componentes de la posición para un tiempo determinado t_0 .

A partir de los vectores posición (\vec{r}) y velocidad (\vec{v}) se puede calcular el momento angular (\vec{h}).

$$\vec{h} = \vec{r} \times \vec{v} \quad (1.12)$$

\vec{h} es un vector cuya magnitud y sentido es constante (ya que la suma de los momentos de torsión externos que actúan sobre un cuerpo es cero, la cantidad de movimiento angular permanece constante), puesto que \vec{h} es un vector perpendicular al plano formado por la posición \vec{r} y la velocidad \vec{v} , la única forma que \vec{h} no varíe en el tiempo es que el movimiento de m_2 respecto a m_1 se realice en un plano. En otras palabras, el movimiento de m_2 con respecto a m_1 está contenido en un plano formado por los vectores posición \vec{r} y velocidad \vec{v} . El hecho de que el movimiento esté contenido en un plano, significa que se puede analizar utilizando solo dos coordenadas en lugar de tres.

Para facilitar los cálculos a nivel matemático se emplea el sistema de coordenadas polares (r, θ) .

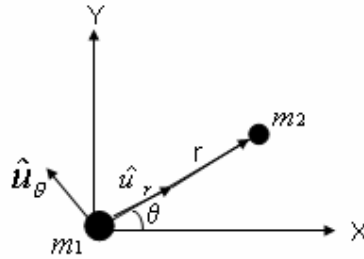


Figura 5 Relación entre coordenadas cartesianas y polares

De esta forma, los vectores velocidad y aceleración serán:

$$\vec{v} = \dot{r}\hat{u}_r + r\dot{\theta}\hat{u}_\theta \quad \vec{a} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\hat{u}_r + (r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})\hat{u}_\theta \quad (1.13)$$

Al reemplazar la segunda de las ecuaciones (1.13) en (1.5) se obtiene, factorizando los vectores unitarios a ambos lados.

$$r\frac{d^2\theta}{dt^2} + 2\frac{dr}{dt}\frac{d\theta}{dt} = 0 \quad (1.14)$$

$$\frac{d^2r}{dt^2} - r\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = -\frac{G(m_1 + m_2)}{r^2} \quad (1.15)$$

La energía total del sistema estará dada por:

$$E = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \frac{v^2}{2} - \frac{G m_1 m_2}{r} \quad (1.16)$$

en donde el primer término es denominado Energía Cinética y el segundo Energía Potencial, la suma de los dos tipos de energías es una constante.

Resolviendo la ecuación (1.14), llamando $u = \frac{d\theta}{dt}$ y $\frac{du}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$ queda:

$$r \frac{du}{dt} + 2u \frac{dr}{dt} = 0$$

Multiplicando a ambos lados por $\frac{dt}{ru}$

$$\frac{du}{u} + 2 \frac{dr}{r} = 0$$

cuya solución es:

$$\ln u + 2 \ln r = \ln C_1$$

Donde c_1 es la constante de integración

Aplicando propiedades de los logaritmos y reemplazando por los valores iniciales:

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{c_1}{r^2} \quad (1.17)$$

Para encontrar el valor de c_1 se procede a analizar el movimiento haciendo uso de la segunda ley de Kepler (esto se puede llevar a cabo ya que se sabe que el movimiento de m_2 respecto a m_1 está contenido en un plano), dicha ley tiene como enunciado: “El radio vector del cuerpo que se encuentra en órbita recorre áreas iguales en tiempos iguales”.

Relación área-tiempo:

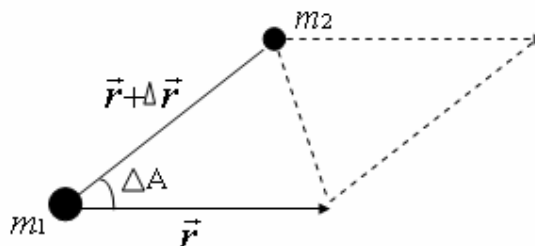


Figura 6 Relación área-tiempo

Sea para un instante dado, el vector de posición \vec{r} . Un instante de tiempo Δt después, el vector \vec{r} se ha incrementado un valor $\vec{r} + \Delta\vec{r}$.

El diferencial de área $\Delta\vec{A}$ cubierto por \vec{r} y $\vec{r} + \Delta\vec{r}$ es:

$$\Delta\vec{A} = \frac{\vec{r} \times (\vec{r} + \Delta\vec{r})}{2}$$

Dividiendo entre Δt

$$\frac{\Delta\vec{A}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}}{2} \times \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

Haciendo el límite cuando Δt tiende a cero

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{A}}{\Delta t} = \frac{d\vec{A}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{\vec{r}}{2} \times \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \right] = \frac{\vec{r}}{2} \times \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

$$\frac{d\vec{A}}{dt} = \frac{1}{2} \vec{r} \times \dot{\vec{r}}$$

Teniendo en cuenta la definición de momento angular (ecuación (1.12))

$$\frac{d\vec{A}}{dt} = \frac{\vec{h}}{2}$$

$$dA = \frac{h}{2} dt \tag{1.18}$$

Esta última ecuación es la forma matemática de la segunda ley de Kepler

Relación área-ángulo:

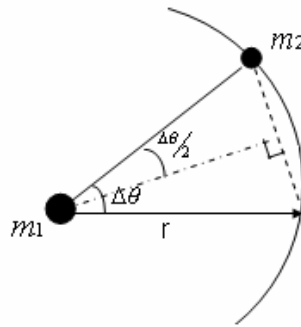


Figura 7: Relación área-ángulo

El área generada por el movimiento de m_2 al barrer un ángulo $\Delta\theta$ estará dada por:

$$\Delta A = r^2 \operatorname{sen}\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right) \cos\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right)$$

Aplicando la identidad trigonométrica: $2\operatorname{sen}x \cos x = \operatorname{sen}2x$

$$\Delta A = \frac{r^2}{2} \operatorname{sen}\Delta\theta$$

$$\frac{\Delta A}{\Delta\theta} = \frac{r^2}{2} \frac{\operatorname{sen}\Delta\theta}{\Delta\theta}$$

Es necesario conocer a que es igual el ΔA cuando $\Delta\theta$ tiende a cero, por lo tanto, hallando el límite de la expresión anterior, se tiene:

$$\frac{dA}{d\theta} = \frac{r^2}{2}$$

$$dA = \frac{r^2}{2} d\theta \quad (1.19)$$

Igualando las ecuaciones (1.19) y (1.18)

$$\frac{h}{2} dt = \frac{r^2}{2} d\theta$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{h}{r^2} \quad (1.20)$$

Al comparar esta última expresión con la ecuación (1.17) se puede ver el valor de c_1

$$c_1 = h$$

Resolviendo la ecuación (1.15):

Multiplicando la ecuación por $2 \frac{dr}{dt}$

$$2 \frac{dr}{dt} \frac{d^2 r}{dt^2} - 2r \frac{dr}{dt} \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 = - \frac{2k}{r^2} \frac{dr}{dt}$$

Reemplazando el valor de $\frac{d\theta}{dt} = \frac{h}{r^2}$ e integrando con respecto al tiempo, se tiene que:

$$\left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{h^2}{r^2} = \frac{2k}{r} + 2c_2 \quad (1.21)$$

Donde c_2 es una nueva constante de integración (mas adelante se hallará su valor).

La integral de esta ecuación se hará de tal forma que la solución quede del tipo

$$r = r(\theta)$$

$$\frac{dr}{dt} = \frac{dr}{d\theta} \frac{d\theta}{dt}$$

Teniendo en cuenta (1.20)

$$\frac{dr}{dt} = \frac{h}{r^2} \frac{dr}{d\theta} = \frac{d}{d\theta} \left(-\frac{h}{r} \right)$$

reemplazando este valor en (1.21) y organizando

$$\frac{d}{d\theta} \left(-\frac{h}{r} \right) = \sqrt{-\frac{h^2}{r^2} + \frac{2k}{r} + 2c_2}$$

sumando y restando dentro del radical $\frac{k^2}{h^2}$

$$\frac{d}{d\theta} \left(-\frac{h}{r} \right) = \sqrt{2c_2 + \frac{k^2}{h^2} - \left(\frac{k^2}{h^2} - \frac{2k}{r} + \frac{h^2}{r^2} \right)}$$

$$\frac{d}{d\theta} \left(-\frac{h}{r} \right) = \sqrt{Q^2 - \left(-\frac{k}{h} + \frac{h}{r} \right)^2}$$

donde

$$Q^2 = 2c_2 + \frac{k^2}{h^2} \tag{1.22}$$

Factorizando:

$$\frac{d}{d\theta} \left(-\frac{h}{r} \right) = \sqrt{Q^2 - \left(-\frac{k}{h} + \frac{h}{r} \right)^2}$$

Denominando

$$\phi = -\frac{k}{h} + \frac{h}{r} \tag{1.23}$$

se tiene:

$$\frac{d}{d\theta} \left(-\frac{h}{r} \right) = \frac{d}{d\theta} \left(-\frac{k}{h} - \phi \right) = -\frac{d\phi}{d\theta}$$

por lo tanto

$$-\frac{d\phi}{d\theta} = \sqrt{Q^2 - \phi^2}$$

$$d\theta = -\frac{d\phi}{\sqrt{Q^2 - \phi^2}}$$

Esta última integral se resuelve con funciones trigonométricas inversas

$$\cos^{-1}\left(\frac{\phi}{Q}\right) = \theta + \gamma$$

donde γ es una nueva constante de integración. De esta última ecuación se deduce

$$\phi = Q \cos(\theta + \gamma)$$

Reemplazando los valores de Q y ϕ por los dados originalmente, (1.22) y (1.23) se tiene

$$-\frac{k}{h} + \frac{h}{r} = \sqrt{2c_2 + \frac{k^2}{h^2}} \cos(\theta + \gamma)$$

Dividiendo por h a ambos lados y aislando el término de r a la izquierda

$$\frac{1}{r} = \frac{k}{h^2} + \frac{1}{h} \sqrt{2c_2 + \frac{k^2}{h^2}} \cos(\theta + \gamma)$$

Invirtiéndolo a ambos lados

$$r = \frac{1}{\frac{k}{h^2} + \frac{1}{h} \sqrt{2c_2 + \frac{k^2}{h^2}} \cos(\theta + \gamma)}$$

Dividiendo por $\frac{k}{h^2}$ en el numerador y el denominador del lado derecho

$$r = \frac{\frac{h^2}{k}}{1 + \sqrt{1 + \frac{2c_2 h^2}{k^2}} \cos(\theta + \gamma)} \quad (1.24)$$

Esta última es la ecuación de la trayectoria y representa la ecuación generalizada en coordenadas polares de una cónica (elipse, parábola, hipérbola) con origen en uno de los focos. Dependiendo de los valores de las constantes h, c_2 y γ se puede obtener alguno de los tres tipos de trayectoria

mencionados anteriormente. Con esto, se generaliza la primera ley de Kepler (La trayectoria de m_2 , respecto a m_1 es una elipse), ya que no solo m_2 se mueve con respecto a m_1 describiendo una órbita elíptica con éste (el origen) en uno de los focos, sino que también puede ser parabólica o hiperbólica bajo determinadas circunstancias.

Al comparar la ecuación (1.0) con la (1.24) se tiene que:

$$e = \sqrt{1 + \frac{2c_2 h^2}{k^2}}$$

Las ecuaciones en coordenadas polares para la parábola y la hipérbola son, respectivamente:

$$r = \frac{2q}{1 + \cos\theta} \qquad r = \frac{a(e^2 - 1)}{1 + e \cos\theta}$$

donde q es la menor distancia entre el foco y la parábola. Las posibles trayectorias de acuerdo a la excentricidad se observan en las figuras 7-10.

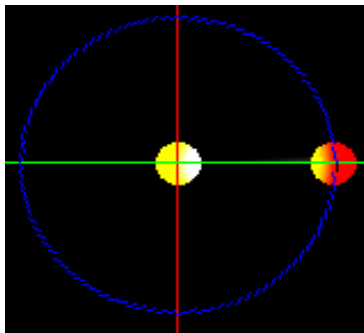


Figura 8 $e = 0$ Trayectoria circular

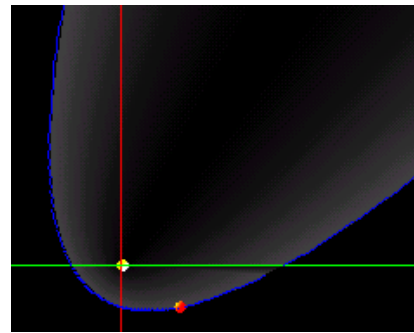


Figura 9 $e = 1$ Trayectoria Parabólica

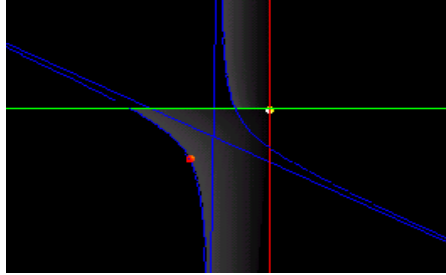


Figura 10 $e > 1$ Trayectoria hiperbólica

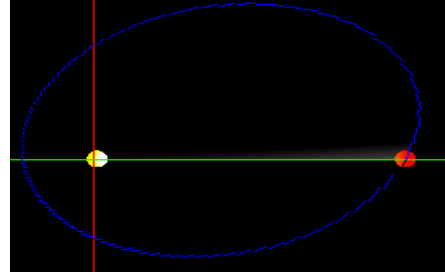


Figura 11 $0 < e < 1$ Trayectoria elíptica.

En un sistema binario el tipo de trayectoria que nos interesa es el elíptico, ya que es este el movimiento que describe la estrella de masa m_2 alrededor de la de masa m_1 .

Finalmente se hallará el valor de c_2 . Para ello el valor de h obtenido en (1.20) se reemplazará en la ecuación (1.21)

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2k}{r} + 2c_2 \quad (1.25)$$

De la ecuación velocidad (1.13) se deduce que:

$$v^2 = (\dot{r}\hat{u}_r + r\dot{\theta}\hat{u}_\theta) \cdot (\dot{r}\hat{u}_r + r\dot{\theta}\hat{u}_\theta)$$

$$v^2 = \dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2$$

Al compararla con (1.25)

$$v^2 = \frac{2k}{r} + 2c_2$$

$$c_2 = \frac{v^2}{2} - \frac{k}{r}$$

Multiplicando ambos lados de la ecuación por $\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ y teniendo en cuenta

que $k = G(m_1 + m_2)$

$$\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \frac{v^2}{2} - \frac{G m_1 m_2}{r} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} c_2$$

Comparando esta última ecuación con Energía del sistema (1.16) se puede observar que

$$E = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} c_2$$

Por lo general, a partir de las observaciones astronómicas se puede determinar las condiciones iniciales de un cuerpo dado. Estas pueden ser las componentes del vector posición y del vector velocidad o parámetros relacionados con la geometría y orientación de su trayectoria en el espacio. Una vez que se disponga de estos valores para cualquier instante dado, se puede predecir la posición de dicho cuerpo en el instante deseado.

2.1.2 Diagrama de Hertzsprung Russell

El diagrama de Hertzsprung Russell (H-R) es un diagrama importante en la astrofísica: En un plano clasifica a las estrellas por su luminosidad (energía total irradiada durante un tiempo determinado) en función de la temperatura superficial: El eje horizontal muestra la clase espectral y/o temperatura; desde las estrellas más calientes a la izquierda, hasta las más frías a la derecha. El eje vertical muestra la luminosidad y/o magnitud absoluta de las estrellas; dicha luminosidad aumenta de abajo hacia arriba. En este gráfico también se pueden

observar cuatro regiones importantes: La secuencia principal, las enanas blancas, la banda de las gigantes y la banda de las supergigantes.

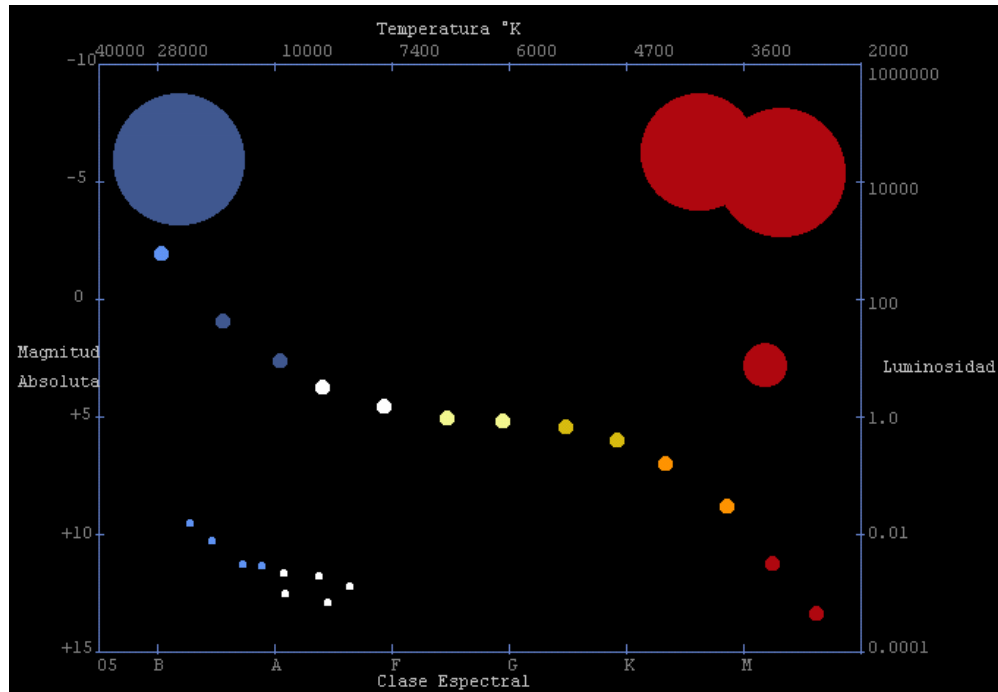


Figura 12 Diagrama de Hertzsprung Russell

El número de estrellas observado en cada fase da una idea relativa de cuánto tiempo pasan las estrellas en ella, debido a que las escalas son tan largas que no se puede seguir la evolución de cada una en forma separada

Relación masa-luminosidad

El rango de masas de las estrellas va desde 0,08 veces hasta 100 veces la masa del Sol. La luminosidad de una estrella aumenta al aumentar su masa, siguiendo la relación:

$$L \approx \alpha.M^{3.5}$$

En la parte superior de la secuencia principal se encuentran las estrellas más macizas con masas que superan en decenas de veces la del sol. A medida que se avanza hacia abajo a lo largo de la secuencia principal, las masas de las estrellas disminuyen.

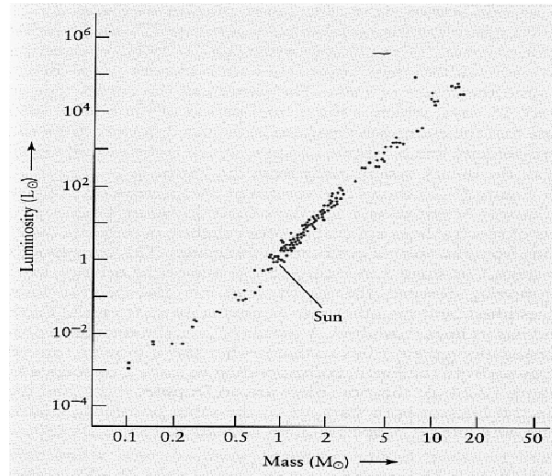


Figura 13 Escala Logarítmica de la relación masa-luminosidad para estrellas de la Secuencia principal.

Relación radio-luminosidad-temperatura

Una estrella se comporta como un cuerpo negro, por lo tanto el flujo de energía ϕ (que se define como la cantidad de energía incluyendo todo el espectro electromagnético por unidad de área por unidad de tiempo), cumple:

$$\phi = \delta.T^4$$

donde la constante de Stefan-Boltzman es $\delta = 5.6705 \times 10^{-8} \text{ Jul.m}^{-2} \text{ K}^{-4} \text{ seg}^{-1}$.

La anterior expresión es la ley de Stefan-Boltzmann y permite establecer la dependencia que existe entre la luminosidad y la temperatura efectiva de una

estrella. Si la estrella tiene radio r (suponiendo que su forma es esférica, entonces su área superficial será: $4\pi.r^2$), flujo de energía ϕ , e irradia como un cuerpo negro, se tiene la expresión para la luminosidad:

$$L = 4\pi.r^2.\delta.T^4$$

Donde T es la temperatura efectiva de la estrella, la cual está directamente relacionada con el flujo de energía ϕ . Al tener la temperatura y luminosidad de una estrella, se puede hallar su radio, el cual es dividido en el radio del sol $6.96 \cdot 10^8$ m para así poder hablar de radio solar.

Temperaturas Estelares:

La clasificación de los espectros estelares desarrollada en el Observatorio de la Universidad de Harvard contempla siete tipos principales de espectros que cubren un rango de temperaturas fotosféricas desde aproximadamente 2.000 °K hasta aproximadamente 40.000 °K.

El rango de temperaturas estelares por tipo espectral es:

Tipo Espectral	Temperatura Superficial(°K)
O	28000 - 40000
B	10000 - 28000
A	7400 - 10000
F	6000 - 7400
G	4700 - 6000
K	3600 - 4700
M	2000 - 3600

Según la luminosidad y la temperatura, las estrellas se clasifican en el diagrama HR en los siguientes grupos:

Secuencia Principal:

Son estrellas recién formadas, químicamente homogéneas. Durante esta etapa la estrella ha alcanzado el equilibrio estable y se asienta para pasar cerca del 90% de su vida como una estrella de secuencia principal.

Gigantes rojas:

Son estrellas de gran tamaño (dimensiones mayores que las originales), mucho más fría y de una coloración rojiza. Su temperatura superficial disminuye y por lo tanto toma color rojizo. La gigante roja brillará hasta que su núcleo genere cada vez menos energía y calor

Enanas marrón:

Son estrellas cuya masa es menor que las 0.08 masas solares, por lo tanto la temperatura no llega al nivel de generar reacciones nucleares y por ende la “cuasi-estrella” sólo puede radiar convirtiendo energía gravitacional en energía radiante (las enanas marrón nunca llegan a la secuencia principal). Como esas estrellas brillan miles de veces menos que el Sol pueden radiar por un tiempo considerable, pese a no tener una fuente de energía nuclear.

Enanas blancas:

Se denominan así las estrellas localizadas en una paralela por debajo de la secuencia principal en el diagrama HR, son objetos de pequeñas dimensiones (del tamaño de la Tierra o aún menor), calientes y de color blanco, La materia de estos objetos se halla extremadamente comprimida

2.1.2.1 Temperatura efectiva

El análisis de la radiación es el método astrofísico más importante, ya que gracias a éste se ha obtenido la mayor parte de lo que se conoce respecto a los objetos cósmicos.

Radiación térmica [2]: Todo cuerpo, irradia ondas electromagnéticas (radiación térmica). A bajas temperaturas (menos de 1000°K), se irradian fundamentalmente rayos infrarrojos y ondas radioeléctricas. A medida que el cuerpo se calienta, el espectro de radiación térmica varía: En primer lugar, aumenta la cantidad total de energía emitida y, en segundo lugar, aparecen rayos de longitud de onda cada vez menor.

Para cada valor dado de la temperatura, el cuerpo caliente irradia mas intensamente en cierta banda del espectro, que determina el color visible del objeto.

Una estrella es un cuerpo celeste que emite una gran cantidad de energía que es obtenida por ella a partir de reacciones nucleares en su interior, aunque no son emisores perfectos (cuerpos negros), se aproximan bastante a ellos. El poder emisivo de un cuerpo negro se puede calcular por la fórmula de Planck

$$E_{\lambda}d\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} * \frac{1}{e^{hc/ k\lambda} - 1} d\lambda$$

El poder emisivo E_{λ} se determina de tal manera que el producto $E_{\lambda}d\lambda$ sea igual al flujo irradiado por un cm^2 de la superficie en todas las direcciones, en el

intervalo del espectro desde λ hasta $\lambda + d\lambda$. Su dimensionalidad es de $J/ m^3 s$ al dividir la expresión entre π , se obtiene el brillo de la superficie radiante.

Una estrella emite casi todo tipo de radiación, desde los rayos gamma hasta las ondas de radio, pasando por el visible, pero por estar a determinada temperatura emitirá principalmente radiación en determinada parte del espectro electromagnético. Las denominaciones habituales de estas radiaciones son:

Hasta $0.001 \mu m$	Radiación gamma
$0.001 - 0.015 \mu m$	Rayos X
$0.015 - 3.5 \mu m$	Luz ultravioleta
$3.5 - 7 \mu m$	Luz visible
$7 - 10 \mu m$	Infrarrojo
$10 \mu m - 0.0001 m$	Infrarrojo lejano
$0.0001 m$ en adelante	Ondas de radio

la luz visible está compuesta de radiaciones cuya longitud de onda varía entre 3.5×10^{-7} y 7×10^{-7} metros aproximadamente, que producen en el ojo las sensaciones cromáticas (Figura 14).

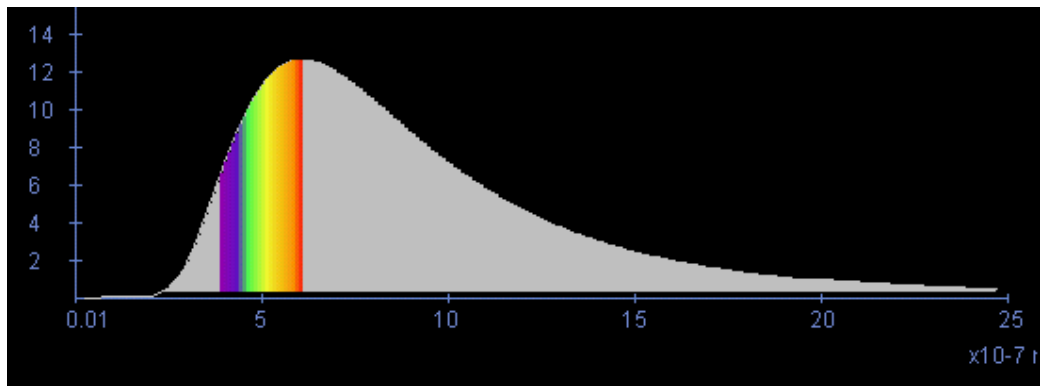


Figura 14 Energía irradiada por un cuerpo negro

Las radiaciones comprendidas entre

3.8 y 4.2 μm aproximadamente, producen la sensación de color violeta

4.2 y 4.5 μm aproximadamente, producen la sensación de color azul

4.5 y 5 μm aproximadamente, producen la sensación de color verde

5 y 5.7 μm aproximadamente, producen la sensación de color amarillo

5.7 y 6 μm aproximadamente, producen la sensación de color anaranjado

6 y 7 μm aproximadamente, producen la sensación de color rojo

2.1.3 Ciclo de vida de una estrella (Evolución Estelar)

Para el análisis de la ciclo de vida de una estrella, se asumió que la estrella es estable, está aislada, no rota, y puede usarse la condición de simetría esférica, esto, debido a que simplifica el modelo disminuyendo el número de variables externas que lo afectan, facilitando al estudiante la comprensión del fenómeno .

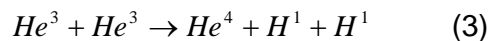
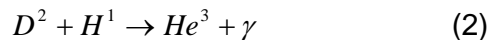
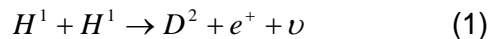
Las temperaturas elevadas que tiene una estrella hacen que los choques entre los átomos sean frecuentes, debido al aumento en la energía cinética, esto conlleva a una pérdida de electrones, los cuales pasan a ser núcleos de otros átomos. El átomo de Hidrógeno se transforma en un protón y el átomo de Helio en una partícula α ; durante sus movimientos, los protones y las partículas α se repelen, ya que el electrón tiene una carga positiva y el núcleo de Helio, dos, lo que evita sus colisiones, pero, si la temperatura aumenta, esta repulsión electrostática no basta, debido a que tanto el protón como el núcleo de helio

poseen tanta energía cinética que la repulsión no puede evitar el choque. Las partículas perforan su “coraza electrostática” y al hacerlo se fusionan, formando así un núcleo mas pesado.

Los núcleos de los elementos mas abundantes son los que tienen mayor probabilidad de chocar, por lo tanto, es más probable que choquen dos protones (núcleos de hidrógeno) y den lugar a un núcleo de deuterio, el que, combinado con otro protón, da ${}^3\text{He}$. La zona en el diagrama HR correspondiente a estas estrellas que acaban de comenzar las reacciones de H a He, se denomina secuencia principal.

Según [3] la conversión de hidrógeno en helio puede ocurrir por medio de dos ciclos de reacciones: La reacción protón-protón y la reacción CNO.

La reacción **protón-protón**, consta de las siguientes reacciones:

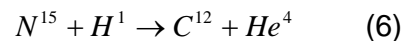
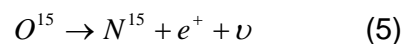
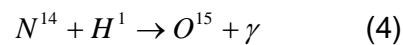
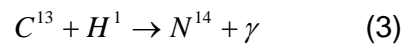
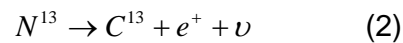
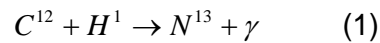


[4] La primera reacción es la conversión de dos protones en deuterio (un núcleo formado por un protón y un neutrón). La energía producida en la reacción aparece en energía cinética del positrón y del neutrino. El positrón cede su energía al gas porque reacciona con un electrón convirtiéndose en un rayo γ (que pronto es absorbido por una partícula). Por otra parte, el neutrino tiene

una probabilidad muy pequeña de interacción con una partícula, por lo que escapa de la estrella llevándose la energía (energía que se pierde).

En la segunda reacción el deuterio interacciona con un protón y forma una partícula de ${}^3\text{He}$, finalmente, esta partícula de ${}^3\text{He}$ reacciona con otra similar formada como resultado de otra reacción protón-protón y forma el núcleo de ${}^4\text{He}$ regresando dos protones.

Si la estrella posee sólo H y He, la única manera de sintetizar ${}^4\text{He}$ es a través del ciclo protón-protón; pero si existen otros elementos puede ocurrir el ciclo del carbono (CNO). Las reacciones presentes en éste ciclo están dadas por las ecuaciones:



El carbono se realimenta durante el ciclo. Esencialmente el grupo CNO se convierte en N.

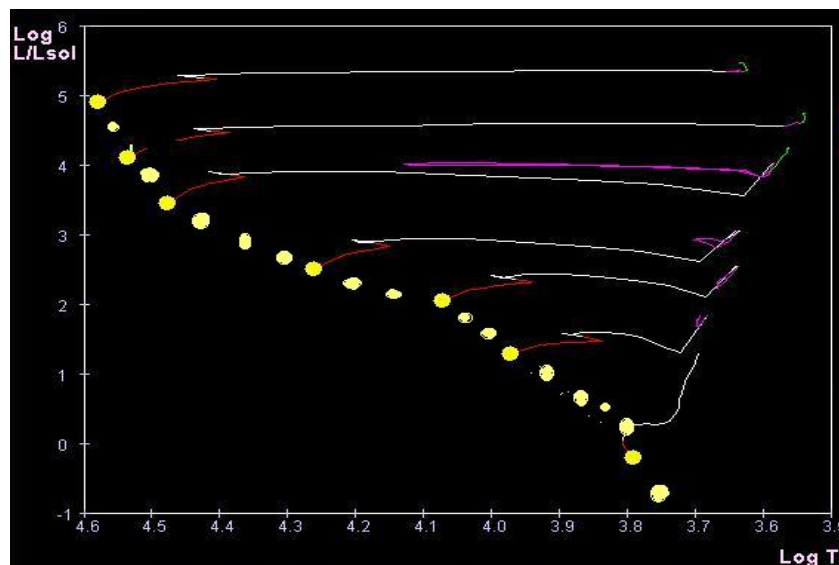


Figura 15 Caminos evolutivos

La simulación de éste tópico mostrada en el applet, se realizó basada en el modelado hecho por: [4] para la cadena protón-protón, los cuales se complementan con datos que han sido manejados en la Universidad de Oregon [5], todos en conjunto son ilustrados en el applet de ciclo de vida de una estrella (Figura 15), mostrados como caminos evolutivos en el diagrama de Hertzsprung Russell (Un camino evolutivo indica el cambio de las cantidades físicas luminosidad y temperatura efectiva a medida que la estrella de masa y composición química dadas cambia con el tiempo, dejando una trayectoria definida en el diagrama HR).

Cuando se agota completamente el H en el centro, éste colapsa. El colapso es gradual en las estrellas de baja masa, mientras que ocurre mas globalmente en estrellas de masa intermedia, produciendo una disminución del radio. Pero en

ambos casos, cuando la temperatura aumenta lo suficiente, comienzan las reacciones nucleares en la concha que rodea al centro de la estrella, ésta abandona la secuencia principal y se mueve hacia la zona de las gigantes rojas. El tiempo que la estrella emplea en la secuencia principal disminuye a medida que la masa aumenta.

En las estrellas masivas, (estrellas mayores a 9 masas solares), la estrella aumenta su luminosidad, sufre una contracción global cuando agota el Hidrógeno en su centro, y luego se expande, moviéndose a la zona de las supergigantes rojas. Como la estructura es tan caliente, la evolución es aproximadamente a luminosidad constante. Al llegar a la zona de las supergigantes rojas, la estrella comienza las reacciones de Helio en el centro, mientras que el Hidrógeno continúa quemándose, por lo tanto, la estrella reduce su radio y se mueve hacia la izquierda. Al agotarse el Helio en el centro, vuelve a moverse hacia la zona de las supergigantes rojas, donde explota como supernova.

2.2 AREA DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE

En el proceso de desarrollo software se hacen partícipes dos componentes: el modelo y el lenguaje para modelar el diseño, los cuales en conjunto integran una metodología.

2.2.1 Metodología de desarrollo del software

Un modelo en la ingeniería del software indica como interactúan los procesos, métodos y herramientas que permitan obtener el producto final acorde con ciertas características establecidas inicialmente

2.2.1.1 Modelo de espiral

Analizados en detalle los distintos modelos de ciclo de vida y teniendo en cuenta lo que expresa Roger S. Pressman [6], se eligió el MODELO EN ESPIRAL por los siguientes motivos:

La falta de claridad en la identificación de los requisitos hace necesario el análisis de los riesgos que puedan surgir en el desarrollo de SIFEST 1.0 siendo esta una de las principales características que presenta el Modelo en Espiral. Es de utilidad fragmentar el proyecto en mini proyectos centrando los riesgos más importantes para lograr un control de los mismos. Además, debido a que se realiza una buena planificación y un buen seguimiento del proyecto, el Modelo en Espiral permite una mejora en la visibilidad del progreso.

Define cuatro actividades principales, representadas por los cuatro cuadrantes de la figura (Figura 16):

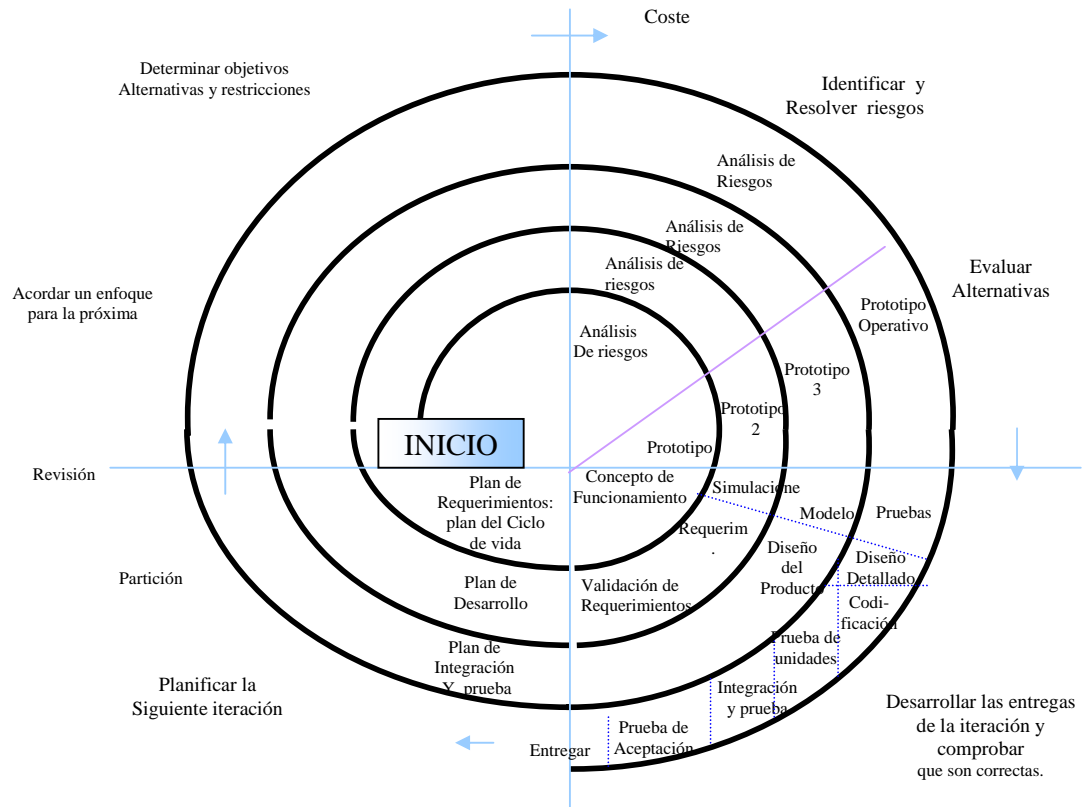


Figura 16 Modelo de Espiral.

1. Planificación: se definen los objetivos, las alternativas y las restricciones.
2. Análisis de riesgos: se analizan e identifican los riesgos. Si el análisis de riesgos indica que hay una incertidumbre en los requisitos, se puede usar la creación de prototipos en el cuadrante de ingeniería para dar asistencia tanto al encargado del desarrollo como del cliente.
3. Ingeniería: desarrollo del producto de “siguiente nivel”.
4. Evaluación del cliente: el cliente evalúa el trabajo de ingeniería y sugiere modificaciones. En base a los comentarios del cliente se produce la siguiente fase de planificación y análisis de riesgo.

Según McConnell Steve [7], el modelo en Espiral parte de una escala pequeña en medio de la espiral, se localizan los riesgos, se genera un plan para manejar los riesgos y a continuación se establece una aproximación a la siguiente iteración. Cada iteración supone que el proyecto pasa a una escala superior. Se avanza un nivel en el rollo, se comprueba que se tiene lo que se desea, y después se comienza a trabajar en el siguiente nivel.

Cada iteración lleva consigo los seis pasos que se muestran en la parte exterior de la espiral (Figura 16).

1. Determinar objetivos, alternativas y restricciones.
2. Identificar y resolver riesgos.
3. Evaluar las alternativas.
4. Generar las entregas de esta iteración, y comprobar que son correctas.
5. Planificar la siguiente iteración.
6. Establecer un enfoque para la siguiente iteración (si se decide ejecutarla).

No es importante que la espiral tenga exactamente cuatro ciclos, y no es importante que se realicen exactamente los seis pasos indicados aunque se trata de un orden apropiado a utilizar. Cada iteración de la espiral se puede adaptar a las necesidades del proyecto.

El Modelo en Espiral puede combinarse con otros modelos de ciclo de vida no basados en riesgos como iteraciones dentro de este modelo. Cada vuelta

alrededor de la espiral requiere ingeniería, que se puede llevar a cabo mediante el enfoque del ciclo de vida clásico o la creación de prototipos. Para el desarrollo de este proyecto se combinó con el Prototipado Evolutivo, el cual ofrece algunas ventajas como:

- La emisión de prototipos brinda la posibilidad de aclarar y efectuar refinamientos a los requerimientos en forma sucesiva con el fin de realizar una aproximación al producto deseado.
- Por tratarse de un software de poco desarrollo, se hace necesario tener un primer esbozo de lo que puede llegar a ser el programa, con el fin de saber realmente qué es lo que se quiere incorporar, analizar sugerencias de cambio en etapas tempranas de la construcción.
- El prototipo evolutivo es un enfoque donde se desarrollan primero las partes seleccionadas del sistema y luego el resto a partir de esas partes. Esta metodología no descarta el código del prototipo; lo transforma en el código entregado finalmente. El desarrollo de prototipos continúa hasta que se decide que el prototipo es lo suficientemente bueno y se puede entregar como producto final.

2.2.1.2 Lenguaje unificado de modelado(UML)

En el desarrollo del proyecto se empleó UML debido a que éste permite visualizar, especificar, construir y documentar la arquitectura de un sistema

mientras que evoluciona a través de su ciclo de vida de desarrollo. Los diagramas UML utilizados en este proyecto fueron: diagramas de casos de uso, diagramas de actividades, diagramas de secuencia y diagramas de componentes.

Las principales razones por las cuales se utilizó UML como lenguaje de Modelado son:

- UML no requiere un proceso de desarrollo en particular, pero fue diseñado para usarse en un proceso iterativo, incremental y guiado por casos de uso. Los casos de uso permiten una mejor representación de los requisitos del sistema, lo cual facilita el desarrollo de un proyecto software.
- UML es un lenguaje de modelado estándar, integra el trabajo de muchos investigadores, lo cual lo hace una opción bastante sólida y confiable para el desarrollo del proyecto y futuras actualizaciones.

2.2.1.3 Diagramas de casos de uso

Los casos de uso son una técnica para la especificación de requisitos funcionales propuesta inicialmente en [8] y que actualmente forma parte de la propuesta de UML [9]. Se incluyen en el diseño de Sifest 1.0 al facilitar la descripción de requisitos, los cuales son descritos de una manera entendible para el cliente.

2.2.1.4 Diagramas de actividades

Utilizados para modelar el funcionamiento del sistema y el flujo de control entre objetos sin hacer énfasis en transiciones o eventos externos.

2.2.1.5 Diagramas de despliegue

Usados para describir las vista de despliegue estática de la arquitectura

2.2.1.6 Diagramas de clases

Utilizados para describir la vista de diseño estática de cada uno de los applets a desarrollar, las relaciones entre cada una de las clases de las que están formados.

2.3 ARQUITECTURA DEL SOFTWARE

2.3.1 Aspectos Generales

En el desarrollo del software, la definición inicial de una arquitectura permitió analizar la efectividad del diseño para que conseguir los requisitos que debía cumplir el sistema.

Uno de los más importantes aspectos considerados en la fase inicial del desarrollo del plan de proyecto fue seleccionar una arquitectura que permitiera representar la estructura del sistema y la interacción entre los componentes del prototipo; debido a que el desarrollo de SIFEST 1.0 implicó la construcción de

una aplicación web, la arquitectura que permitía una mejor representación de su estructura global, es la llamada “Arquitectura de tres capas”

2.3.2 Arquitectura de tres capas

La aplicación se caracteriza por tener tres tipos de código: código de presentación, código de procesamiento de datos y código de almacenamiento de datos; la arquitectura de tres capas (Figura 17) considera una capa asociada a cada tipo de código, por tal razón, el código de presentación se ubica en la llamada “capa de presentación”, el código de procesamiento de datos en una capa denominada “capa de negocio” y el código de almacenamiento de datos se localiza en “capa de datos”.

- La capa de presentación se compone básicamente de la interfaz utilizada para presentar la información requerida por los usuarios; es necesario que ellos dispongan de un navegador y de la Máquina Virtual de Java (JVM) que permita ver los resultados de procesamiento de las peticiones hechas a través de páginas web.

Dentro de las funcionalidades más relevantes de la capa de presentación se encuentran la recepción de las solicitudes del usuario y el envío de éstas a la capa de negocio, igualmente, es su función devolver al usuario los resultados de su solicitud que provee la capa de negocios.

- La capa de negocio o capa lógica es el puente entre el usuario (capa de presentación) y los datos. Su función principal es enviar al cliente el resultado de sus peticiones ya procesadas, aplicando los procedimientos formales a los datos necesarios, con el fin de ejecutar las operaciones para las que fue diseñado Sifest 1.0.

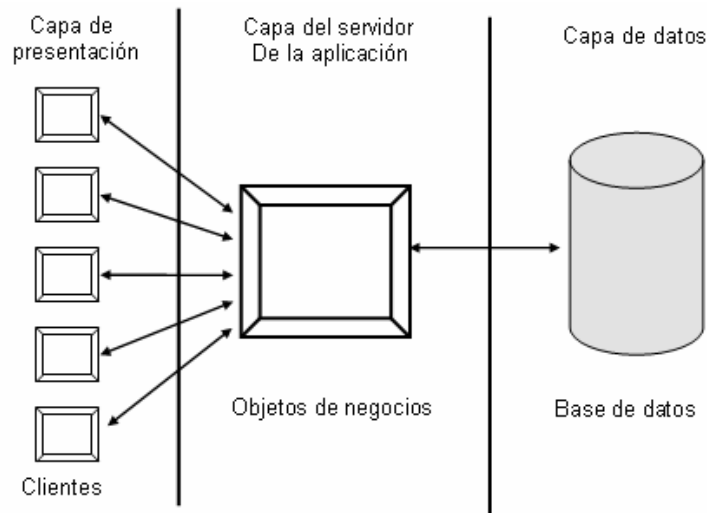


Figura 17 Arquitectura de tres capas

- La capa de datos es la responsable de almacenar, recuperar y mantener la integridad de la información que maneja la aplicación. Como medio de almacenamiento se utilizó el sistema de administración de bases de datos MySQL.

La principal característica de esa arquitectura es que independiza las reglas que definen la lógica del negocio de la interfaz de usuario y de los datos que procesa; este hecho constituye su ventaja más significativa, pues ante un cambio en las reglas que restringen y controlan los procesos, las

modificaciones más radicales corresponderían a la capa de negocio, aspecto que en otras arquitecturas como la cliente-servidor (arquitectura de dos capas) no es considerado dado que la lógica del negocio de la aplicación se encuentra indistintamente inmersa en alguna de sus capas, creando dificultades en el momento de realizar cambios.

La relación de cada una de las capas de esta arquitectura aplicadas a SIFEST se describe en la siguiente tabla

Capa de presentación	Capa de negocio	Capa de datos
Navegador para Internet con soporte para HTML. Máquina Virtual de Java (Java Virtual Machine JVM)	Un servidor web, en el cual se almacenan las páginas con código PHP	Motor de datos MySQL residente en el mismo servidor web.

Tabla 1 Descripción de la arquitectura de tres capas

3. TECNOLOGÍA SOFTWARE EMPLEADA

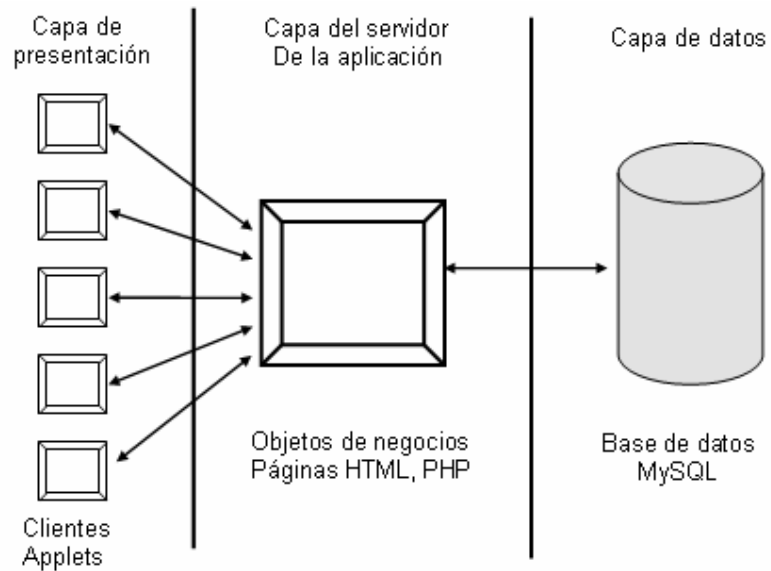


Figura 18 Tecnologías empleadas para el desarrollo de SIFEST 1.0

En la figura 18 se ilustran las tecnologías empleadas para el desarrollo de SIFEST, en relación con la arquitectura utilizada. (Arquitectura de tres capas). A continuación se describe cada una de estas tecnologías

3.1 SISTEMA OPERATIVO DEL SERVIDOR WEB

Linux fue adoptado como sistema operativo del servidor utilizado para la implementación de SIFEST por poseer las siguientes características:

- Es un sistema operativo que presenta total libertad de ser compartido y modificado.

- Su licencia no ofrece garantías en su uso pero eso no representa un problema significativo puesto que está comprobado que la comunidad Linux ofrece un sistema de resolución de éstos más rápido que otros sistemas operativos más conocidos.
- Es multitarea, es posible ejecutar varios programas a la vez sin necesidad de detener la ejecución de alguna aplicación.
- Es multiusuario, es decir, varios usuarios pueden acceder a las aplicaciones y recursos del sistema operativo al mismo tiempo, y cada uno de ellos puede ejecutar varios programas simultáneamente.

3.2 PROGRAMACIÓN DEL LADO SERVIDOR

Se escogió PHP para la codificación de SIFEST 1.0 relacionado con el entorno web por las siguientes razones:

PHP se escribe dentro del código HTML, lo que lo hace realmente fácil de utilizar, su gratuidad, independencia de plataforma, rapidez y seguridad.

Algunas de las más importantes capacidades de PHP son: compatibilidad con las bases de datos más comunes, como MySQL. Incluye funciones para el envío de correo electrónico y la carga de archivos.

3.3 SERVIDOR WEB

Apache

Durante la implementación de Sifest 1.0 se empleó Apache 2.0.44 para el manejo de peticiones al servidor web.

3.4 PROGRAMACIÓN DEL LADO CLIENTE

Html

Por medio de estas páginas Sifest 1.0 puede llamar a otros tipos de contenidos como imágenes, sonidos, applets y otras páginas. Se utilizaron tanto páginas estáticas como dinámicas, en las primeras se representan textos planos, acompañados de imágenes y contenido multimedia; las páginas dinámicas contienen las mismas características que las estáticas, a diferencia que el código PHP debe ser ejecutado en primera instancia por el servidor, para luego ser interpretado por un navegador.

El papel principal del navegador es interpretar el código HTML y ejecutar segmentos de código o scripts que se encuentran embebidos en el código HTML: JavaScript, Java (applets).

JAVA

Para la programación de los applets de Sifest 1.0 se utilizó Java, teniendo como base las siguientes características:

- **Orientado a objetos:** Java es un lenguaje que está basado en el paradigma orientado a objetos, es decir, que el programador debe enfocarse en

los datos y en métodos que manipulen esos datos, más que en procedimientos. Las clases se organizan de forma jerárquica de modo que existen las llamadas superclases y las subclasses que “heredan” su comportamiento, el uso de dichas clases facilita el desarrollo y mantenimiento. También soporta el llamado “polimorfismo”, el cual permite que una clase tenga métodos llamados de la misma manera y que sea el lenguaje el que seleccione cual debe usar, de acuerdo con los tipos o cantidad de parámetros con el que es llamado. Java incluye una gran cantidad de clases útiles para manejar gráficos, cálculos matemáticos y conectividad con datos.

- **Java es interpretado:** Los programas son interpretados por la máquina virtual de Java (JVM Java Virtual Machine). Cuando se compila un programa en Java, se está generando “byte-codes”, los cuales son independientes de la plataforma en que son generados. En el momento de la ejecución, la JVM toma estos byte-codes y los interpreta en un lenguaje que la máquina pueda entender.
- **Java es sencillo:** El lenguaje se puede aprender de una forma sencilla, ya que sigue las características básicas de la sintaxis del lenguaje C++, y elimina algunas características de otros lenguajes que hacen que su uso tenga más probabilidad de error o problemas de seguridad. Java, por ejemplo, no tiene apuntadores ni necesita implementar destructores.

[10] Los applets son una forma práctica de representar los contenidos, funcionan en cualquier plataforma y en cualquier navegador, ya que es

descargado automáticamente como parte de una página Web, al igual que cualquier gráfico.

JAVASCRIPT

Se utilizó principalmente para:

- Comprobar en el navegador la validez de los datos de entrada del usuario en un formulario antes de enviar esta información al servidor.
- Manejo de menús despegables en las páginas HTML.
- Uso y manipulación de elementos activos (layers).

3.5 ALMACENAMIENTO DE DATOS – BASE DE DATOS

Teniendo en cuenta la Arquitectura de Software de tres capas, la capa de datos, está relacionada con el almacenamiento de datos de la aplicación, no sólo en sistemas administradores de bases de datos, sino en servidores de archivos o depósitos de datos no estructurados u otros medios de almacenamiento.

MySQL

Se utilizó el motor de base de datos MySQL porque:

- Es de libre distribución
- Permite identificar a los usuarios con un nombre y una contraseña.

- Permite importar datos de archivos html, txt, java y otros documentos.
- Tiene requisitos de RAM pequeños
- Es compatible con muchos sistemas operativos.
- Tiene suficiente documentación.

4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SIFEST 1.0

4.1 PRIMERA FASE

Dentro de la primera fase se determinaron los requisitos generales del sistema, las restricciones a los cuales se encuentran sujetos y los riesgos que pueden incurrir

4.1.1 Planificación y características generales del sistema

	Nombre	Descripción	Estado	Recursos	Prioridad	Nivel de Riesgo
1	Administración de los contenidos	Permitir la actualización de los contenidos por parte del administrador-profesor (Subir y/o bajar simulaciones, contenidos, nuevas referencias bibliográficas y electrónicas).	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Crítico	Rutinario
1,1	Enlaces	Se contará con enlaces a páginas Web y archivos subidos al servidor.	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Importante	Rutinario
1,2	Administración de Enlaces	El profesor-Administrador podrá asignar los enlaces que considere de importancia para ampliar la información de los contenidos.	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Crítico	Rutinario
1,3	Glosario	El usuario administrador podrá modificar el glosario cada vez que lo considere necesario	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Importante	Rutinario
1,4	Acceso a mensajes	el usuario administrador tendrá acceso a los mensajes que envían los usuarios de SIFEST 1.0	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Crítico	Rutinario
2	Manejo de Contenidos	El usuario visualizará las simulaciones dadas por defecto sin ninguna condición	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Crítico	Rutinario
2,1	Realizar simulaciones	El usuario podrá realizar las simulaciones ya sea con los datos por defecto o con los que haya introducido	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Crítico	Rutinario
2,4	Ver teoría	Se tendrá acceso a algunos conceptos básicos de la mecánica celeste y de las leyes astrofísicas que describan el comportamiento de las simulaciones	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Importante	Rutinario

2,5	Usar diccionario	El usuario podrá utilizar un glosario de términos desconocidos relacionados con los contenidos y/o tener la referencia adecuada.	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Importante	Rutinario
2,6	Envío de mensajes	El usuario podrá enviar mensajes al administrador respecto a las simulaciones que se están ejecutando, preguntas y sugerencias	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Importante	Rutinario
2,7	Acceso Remoto	El Usuario podrá acceder el sistema desde cualquier sitio de la red y ser funcional para cualquier persona.	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Crítico	Alto
3	Seguridad	El administrador y el usuario se encuentran separados por razones de seguridad	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Crítico	Alto
3,1	Contraseñas	El usuario Administrador deberá digitar una contraseña al ingresar a su sesión.	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Crítico	Rutinario
3,2	Cambio de contraseña	El usuario administrador tendrá la facultad de cambiar el contraseña cuando lo considere necesario.	Aprobado	Computador con acceso a Internet	Importante	Rutinario
4	Localización del software	SIFEST 1.0 se encontrará almacenado en el servidor del Centro Halley. El administrador realizará el mantenimiento del software a través de la Intranet.	Aprobado	Servidor	Crítico	Alto

Tabla 2. Características generales del Sistema

4.1.2 Análisis de riesgos

Riesgo	Nivel	Contingencia
Objetivos mal definidos	Critico	Modificar el plan
Problemas en el manejo de los lenguajes de desarrollo	Critico	Buscar asesoría y nueva documentación.
No disponibilidad del servidor para montar el sistema	Critico	Montaje del sistema en otro servidor de la UIS
Dificultades para lograr un diseño de la interfaz de usuario	Importante	Diseñar una interfaz preliminar y buscar asesoría de diseñadores gráficos.
No disponer de bases teóricas en el área de Astronomía para el desarrollo de las simulaciones.	Crítico	Buscar asesoría y nueva documentación.

Tabla 3 Análisis de riesgos

4.1.3 Primer prototipo

La construcción del primer prototipo principalmente consistió en comprobar la funcionalidad del sistema por medio del desarrollo de algunos de los casos de uso del actor estudiante y el uso de una interfaz preliminar en el ambiente Web, el análisis de teoría de Astronomía Estelar y el bosquejo del prototipo inicial de algunos applets.



Figura 19 Interfaz preliminar del ambiente Web

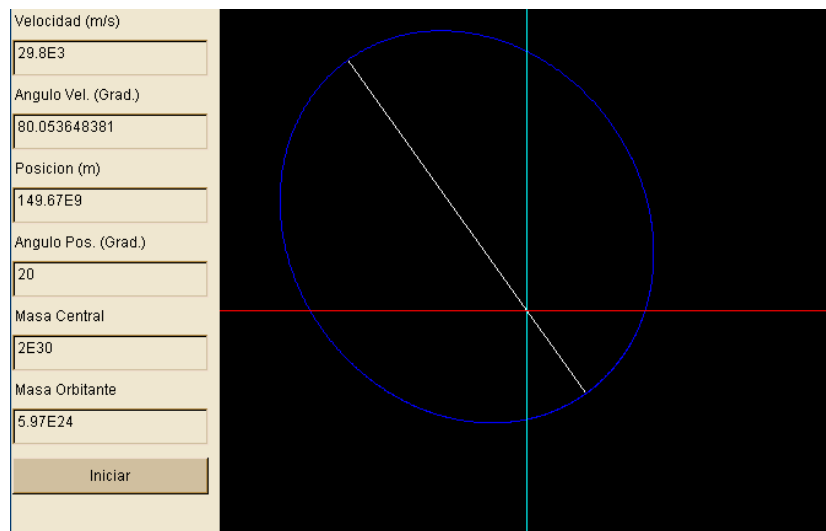


Figura 20 Prototipo inicial del applet de estrellas binarias

4.1.4 Plan de requerimientos

Tomando como base la tabla 1 se identificaron las funcionalidades que se espera que el sistema provea, es decir, obtener una idea clara de lo que la aplicación debe hacer antes de comenzar a implementarla. Los requisitos son de dos tipos funcionales y no funcionales.

4.1.4.1 Requisitos funcionales

Hacen referencia a todo lo que se supone debe hacer el sistema, es decir, todos los servicios que el sistema le puede ofrecer a cada uno de los tipos de usuario.

La descripción de los requisitos funcionales se facilita utilizando los casos de uso. Cada caso de uso describe una de las muchas formas en la que un tipo de usuario puede llegar a utilizar el sistema.

Se crearon dos tipos de usuarios llamados también actores que interactúan con Sifest 1.0:

Actor Profesor
Persona que orienta el proceso de aprendizaje mediante la utilización de Sifest.
Responsabilidades (Tareas que tiene a su cargo)
<ul style="list-style-type: none">• Organizar los contenidos de la temática de Astronomía Estelar• Alimentar el sistema con temas relacionados con el área.
Necesidades (con qué objeto utiliza el sistema)
<ul style="list-style-type: none">• Actualizar los contenidos de las simulaciones, glosario de términos, referencias bibliográficas y situaciones problema.• Agregar, modificar y eliminar contenidos.• Consultar las inquietudes de los estudiantes.

Tabla 4 Descripción del actor profesor-administrador

Actor Estudiante
Persona que hace uso de la herramienta para afianzar conceptos de astronomía estelar.
Responsabilidades (Tareas que tiene a su cargo)
<ul style="list-style-type: none">• Afianzar los conocimientos de Astronomía Estelar
Necesidades (Para qué utiliza el sistema)

- Consultar y experimentar diversos fenómenos de Astronomía Estelar.
- Expresar electrónicamente sus inquietudes acerca de las características de las simulaciones y sus resultados.
- Evaluar su conocimiento en el área.
- Recibir asignaciones del profesor y dar una respuesta a estas.
- Utilizar Glosario.

Tabla 5 Descripción del actor estudiante

4.1.4.1.1 Diagrama de casos de uso

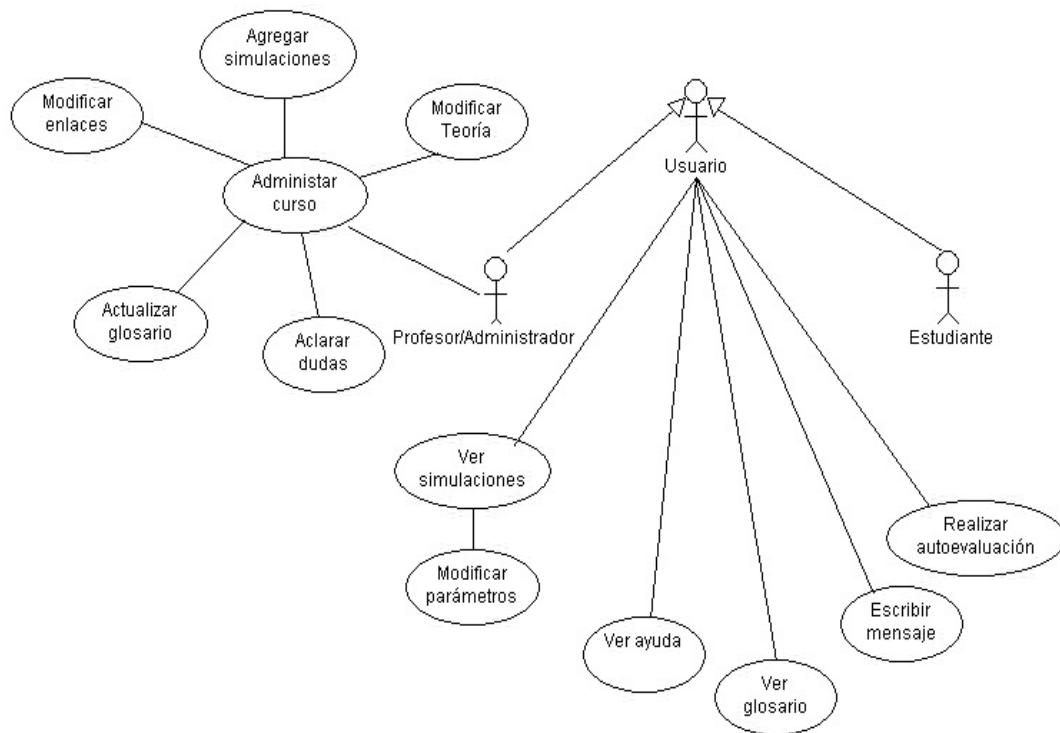


Figura 21 Modelo de casos de uso general del sistema.

4.1.4.1.2 Descripción del diagrama

Los casos de uso relacionados con el actor usuario son:

Caso de Uso	Descripción
Ver Simulaciones	Permite a cualquier usuario ver el comportamiento de fenómenos estelares de acuerdo a las condiciones iniciales dadas.
Modificar parámetros	Permite a cualquier usuario cambiar las condiciones iniciales de las simulaciones, para observar los diferentes comportamientos de los modelos de estudio.
Ver Glosario	El usuario puede consultar la descripción de algunos términos relacionados con la temática tratada en las simulaciones.
Ver Ayuda	Contiene la Guía de Usuario y cita direcciones electrónicas en donde puede ampliar los contenidos del área.
Escribir Mensajes	Permite a cualquier usuario escribir y enviar mensajes con inquietudes al profesor. SIFEST 1.0 permite almacenar dichos mensajes
Realizar autoevaluación	Permite a cualquier usuario realizar una autoevaluación de conceptos relacionados con la Astronomía Estelar

Tabla 6 casos de uso relacionados con el actor usuario

Los casos de uso relacionados con el actor profesor-administrador son:

Caso de Uso	Descripción
Administrar curso	Permite el Ingreso mediante una clave de usuario.
Modificar Teoría	Permite modificar la teoría relacionada con las simulaciones.
Agregar simulaciones	Permite adicionar una nueva simulación cargando los archivos a Sifest 1.0, desde una dirección indicada por el usuario.
Modificar Enlaces	Permite eliminar, agregar y modificar enlaces a otras páginas relacionados con Astronomía Estelar.
Actualizar Glosario	Permite eliminar, agregar y modificar términos con sus respectivas descripciones.
Aclarar dudas	Muestra un listado de las dudas enviadas por los usuarios de Sifest 1.0 al administrador/profesor.

Tabla 7 casos de uso relacionados con el actor profesor-administrador

4.1.4.1.3 Diagrama de despliegue del sistema

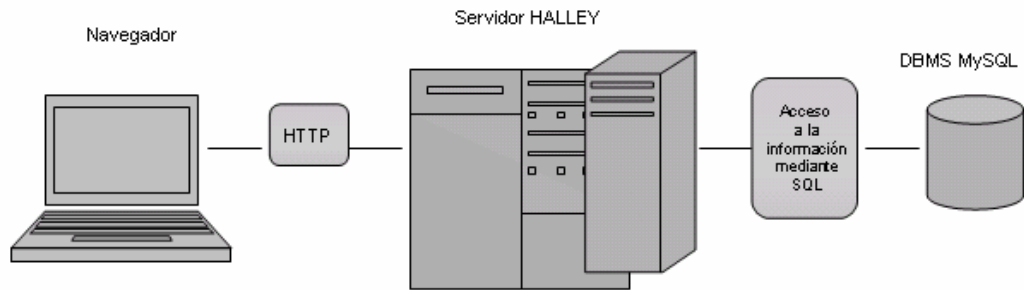


Figura 22 Diagrama de despliegue del sistema

4.1.4.1.4 Diagrama de actividades

Profesor-Administrador

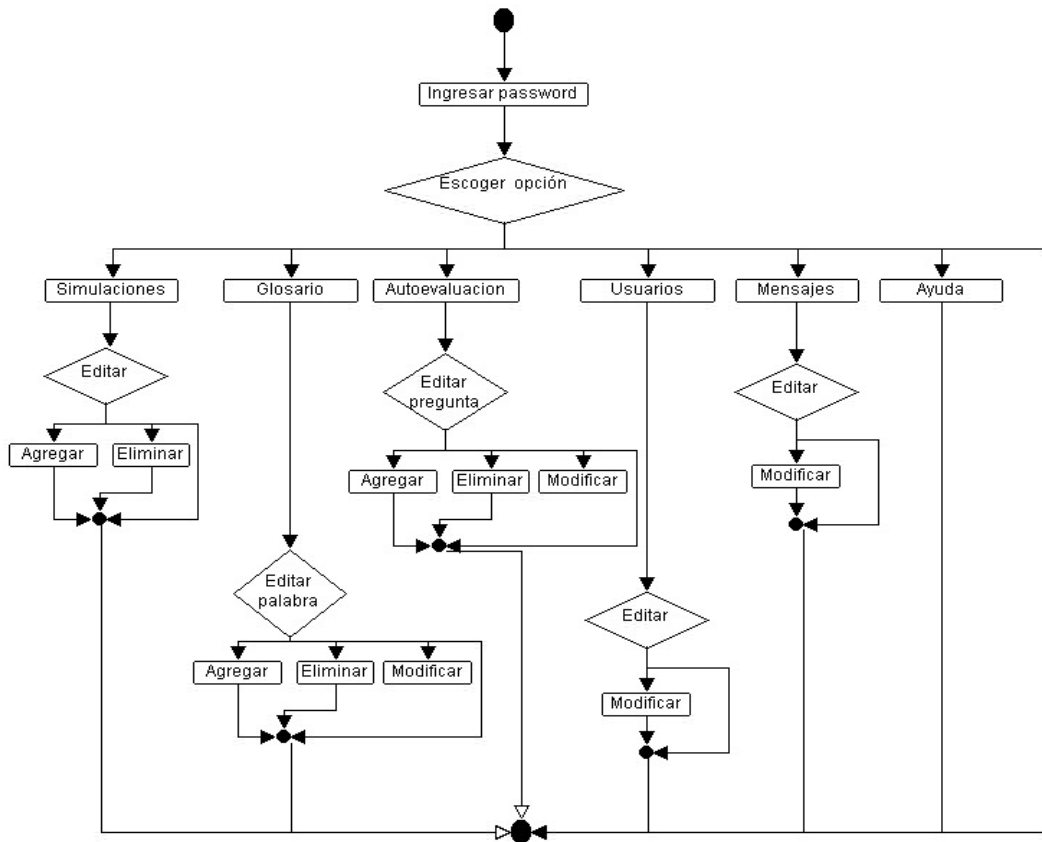


Figura 23 Diagrama de Actividades Profesor-Administrador

4.1.4.2 Requisitos no funcionales

Restricciones del Software

El sistema debe funcionar en un ambiente multiusuario tipo Internet; su acceso será a través de un navegador utilizando las características que proporciona el protocolo HTTP. SIFEST 1.0 será una aplicación Web ubicada en un servidor Web Apache con sistema operativo LINUX, el cual debe tener instalado el motor de base de datos MySQL.

El sistema no permite generar simulaciones, el usuario profesor-administrador las ingresa en la base de datos, que son material de consulta para los demás usuarios.

Funciones de control

El sistema no garantiza la veracidad de la información que se muestre en el sitio, ésta es responsabilidad exclusiva del Administrador-Profesor.

Consideraciones de la seguridad

El Administrador-Profesor dispone de una contraseña que le permite acceder a opciones para poder ingresar, eliminar o modificar contenidos.

Suposiciones y dependencias

El equipo donde se instale la aplicación, debe cumplir los requisitos necesarios para una ejecución correcta de la misma; este debe estar configurado con

servidor Web Apache, base de datos MySQL, soporte para scripts del lado servidor PHP 4.0 o superior, a demás de tener conexión permanente a Internet.

Un usuario que desee acceder a la aplicación debe tener instalado en su equipo un navegador con soporte HTML 4.0 o superior y máquina virtual para Java 2D y 3D. De igual forma, debe tener los medios para establecer comunicación vía HTTP con el servidor de la aplicación.

Su funcionamiento depende del servidor de la Universidad Industrial de Santander y del Servidor del Centro Halley. La disponibilidad del sistema dependerá de la conexión de los equipos clientes y el servidor donde está hospedada la aplicación.

4.1.5 Evaluación del cliente

Se mostró un primer prototipo software al cliente en donde aparecían los diferentes servicios que prestaría Sifest 1.0 incluyendo la presentación de algunas simulaciones. El cliente sugirió algunos cambios de presentación tales como:

- Inicialmente cada simulación debe aparecer con valores predeterminados.
- validar los datos de entrada.
- Anexar información sobre las instrucciones del manejo de cada applet de forma independiente, como ayuda al usuario.
- Mostrar una breve información teórica relacionada con el tema referente a cada simulación.

4.2 SEGUNDA FASE

Basados en las sugerencias realizadas por el cliente y en los objetivos trazados para Sifest 1.0 se realizó nuevamente un análisis de los requisitos, de los riesgos y se hicieron los cambios propuestos en la primera fase, los cuales hicieron énfasis en las simulaciones.

4.2.1 Planificación

- Se planteó la necesidad de realizar varios cambios en el primer prototipo teniendo en cuenta los resultados de la evaluación.
- Se vio la necesidad de restringir las variables de entrada de las simulaciones a rangos en los cuales se facilite su visualización a través de los applets.

4.2.2 Análisis de riesgos

Riesgo	Nivel	Contingencia
Problemas de tipo técnico al montar el software en el servidor del Halley	Critico	Buscar asesoría y nueva documentación.
Dificultad al redactar la teoría que contendrá el software	Importante	Solicitar ayuda del cliente para recibir orientación en este aspecto.

Tabla 8 Análisis de riesgos segunda fase

4.2.3 Segundo prototipo

La construcción del segundo prototipo hizo énfasis en las simulaciones, su presentación, la validación del ingreso de variables, mostrar de una forma mas clara los errores al ingresar datos inválidos, se analizó en detalle las funciones del usuario profesor-administrador y el usuario estudiante, se hizo el diseño mas específico de otras simulaciones que podrían ser agregadas al software.

4.2.4 Validación de requerimientos

En esta etapa se analizan en detalle los requerimientos de cada uno de los actores del sistema.

4.2.4.1 casos de uso del actor usuario

Enviar Mensaje
Propósito- Regla de Negocio
Enviar un mensaje al profesor-administrador
Precondiciones
Ninguna
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Ingresa nombre, teléfono, email, mensaje 2. S: Envía mensaje a la base de datos

Ver glosario
Propósito- Regla de Negocio
Revisar definiciones de conceptos relacionados con las simulaciones de exploración
Precondiciones
Ninguna
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Escoge conceptos 2. S: Presenta información al usuario

Autoevaluación
Propósito- Regla de Negocio
Realizar una evaluación sobre el conocimiento en Fenómenos Estelares
Precondiciones
Ninguna
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Ingresa nombre 2. S: Selecciona preguntas de autoevaluación 3. A: Da respuesta a las preguntas 4. S: Evalúa resultados
Ver Ayuda
Propósito- Regla de Negocio
Recibir información del manejo de las simulaciones
Precondiciones
Ninguna
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Escoge la ayuda del tema de interés 2. S: Presenta información relacionada con la petición

Ver Simulaciones
Propósito- Regla de Negocio
Explorar diversos fenómenos estelares
Precondiciones
Ninguna
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Escoge simulación S: Recibe petición y conecta a la página que contiene el applet

4.2.4.2 Casos de uso del actor profesor-administrador

Ingresar Simulación
Propósito- Regla de Negocio
Ingresar una nueva simulación a SIFEST 1.0
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Ingresa nombre, archivo de origen del applet y de la teoría 2. S: Actualiza la base de datos y guarda los archivos en el servidor
Flujo Alternativo
1. S: Si el nombre de la simulación o los archivos ya existen, la nueva simulación no es agregada

Eliminar Simulación
Propósito- Regla de Negocio
Eliminar una simulación de SIFEST 1.0
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Escoge la simulación a eliminar 2. S: Actualiza la base de datos

Agregar palabra
Propósito- Regla de Negocio
Ingresar una palabra y su definición al glosario de SIFEST 1.0
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Ingresa nombre y definición 2. S: Actualiza base de datos
Flujo Alternativo
1. S: Si el nombre de la palabra ya existe, la nueva palabra no es agregada

Eliminar palabra
Propósito- Regla de Negocio
Eliminar una palabra del glosario
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación

Quando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
<ol style="list-style-type: none"> 1. A: Escoge nombre de la palabra a eliminar 2. S: Actualiza la base de datos

Modificar palabra
Propósito- Regla de Negocio
Modificar una palabra del glosario
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Quando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
<ol style="list-style-type: none"> 1. A: Escoge nombre y actualiza nombre y su definición 2. S: Actualiza la base de datos

Recibir mensajes
Propósito- Regla de Negocio
Recibir los mensajes enviados por los usuarios de Sifest 1.0
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Quando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
<ol style="list-style-type: none"> 1. S: Consulta base de datos

Eliminar mensajes
Propósito- Regla de Negocio
Eliminar mensajes ya leídos
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Quando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
<ol style="list-style-type: none"> 1. A: Escoge mensaje a eliminar 2. S: Actualiza la base de datos

Cambiar contraseña
Propósito- Regla de Negocio
El administrador- profesor puede cambiar su contraseña acceso de entrada
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Quando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
<ol style="list-style-type: none"> 2. A: Ingresa nueva actual y nueva contraseña 2. S: Actualiza la base de datos

Agregar pregunta
Propósito- Regla de Negocio
Ingresar una nueva pregunta a la autoevaluación
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
3. A: Ingresa pregunta, opciones y respuesta correcta
2. S: Actualiza la base de datos

Eliminar pregunta
Propósito- Regla de Negocio
Eliminar una pregunta de la autoevaluación
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
4. A: Escoge pregunta a eliminar
2. S: Actualiza la base de datos

Modificar pregunta
Propósito- Regla de Negocio
Modificar una pregunta de la autoevaluación
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
5. A: Escoger pregunta, modificar pregunta, opciones y respuesta
2. S: Actualiza la base de datos

4.2.4.3 Diagramas de clase

4.2.4.3.1 Diagrama de Clases Web Profesor-Administrador

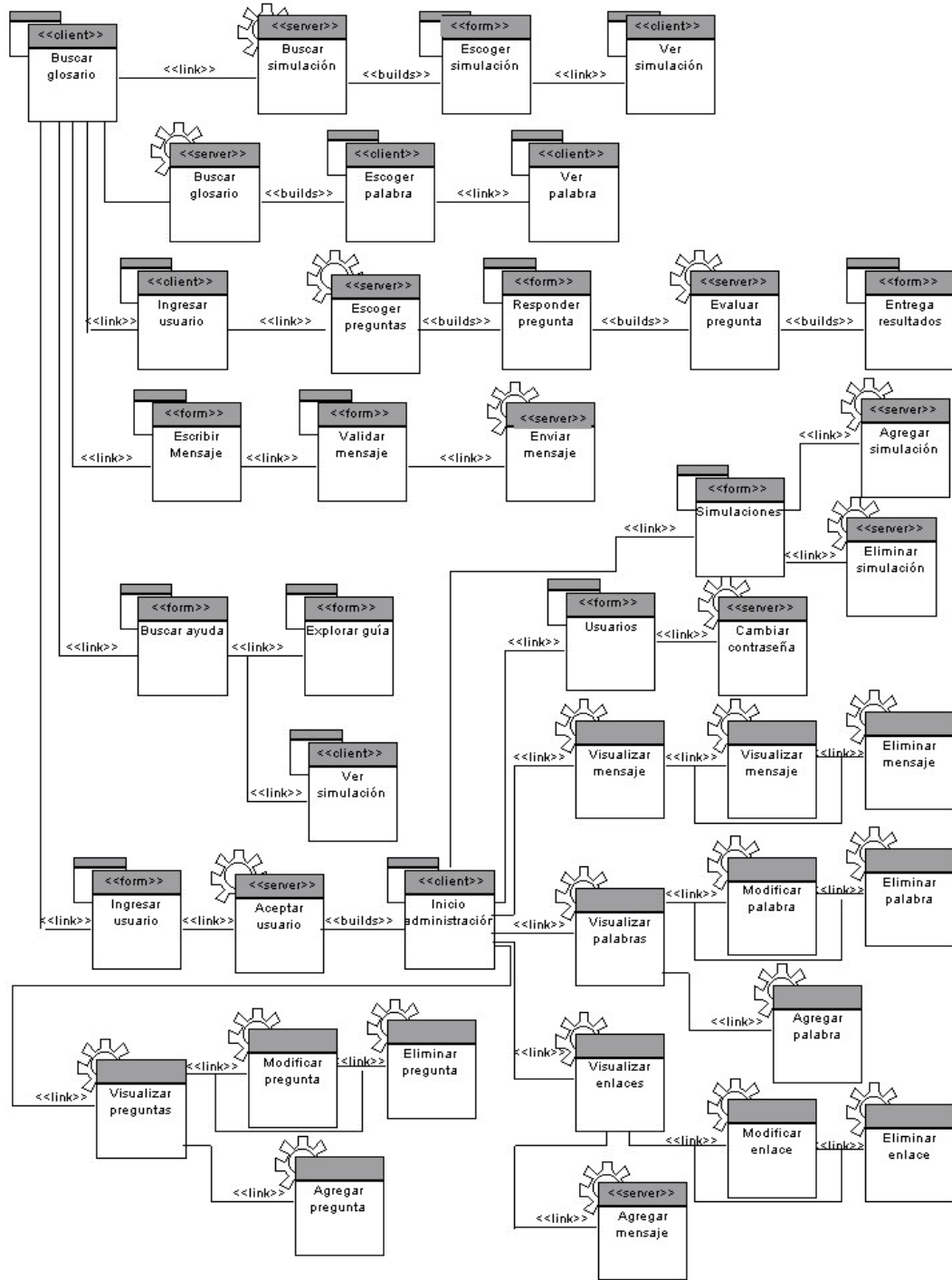


Figura 24 Diagrama de Clases Web Profesor-Administrador

4.2.4.4 Diagramas de clases para cada simulación

Diagrama de clases para la simulación del applet de Hertzprung Russell

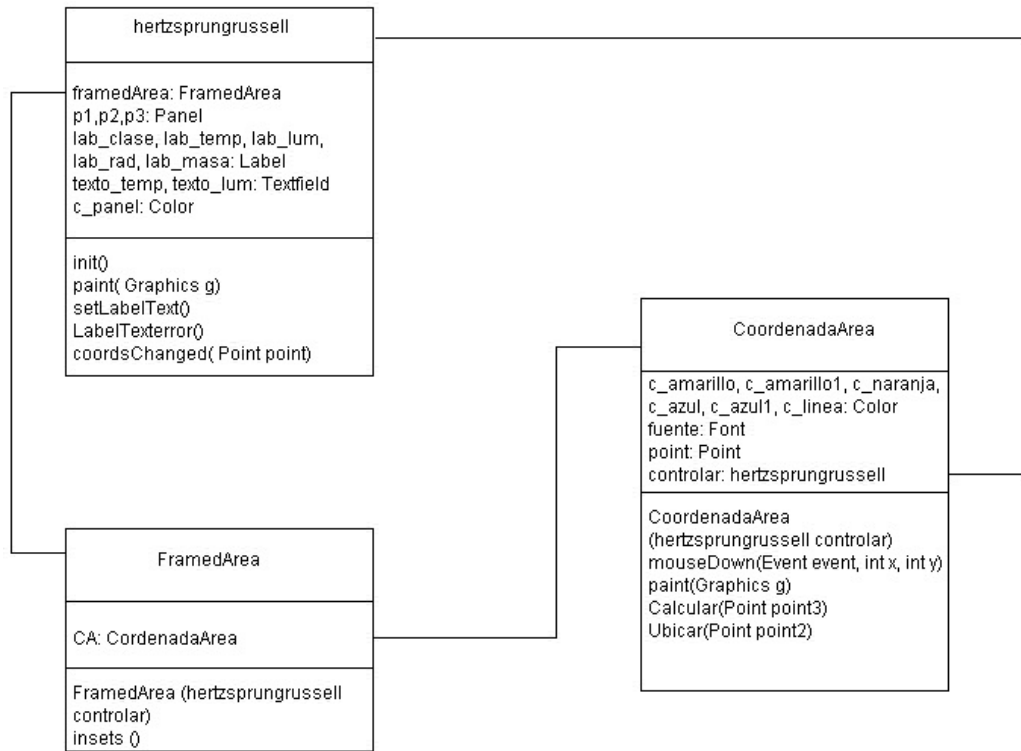


Figura 25 Diagrama de clases simulación del applet de Hertzprung Russell

Diagrama de clases para la simulación del applet que muestra la curva de Planck

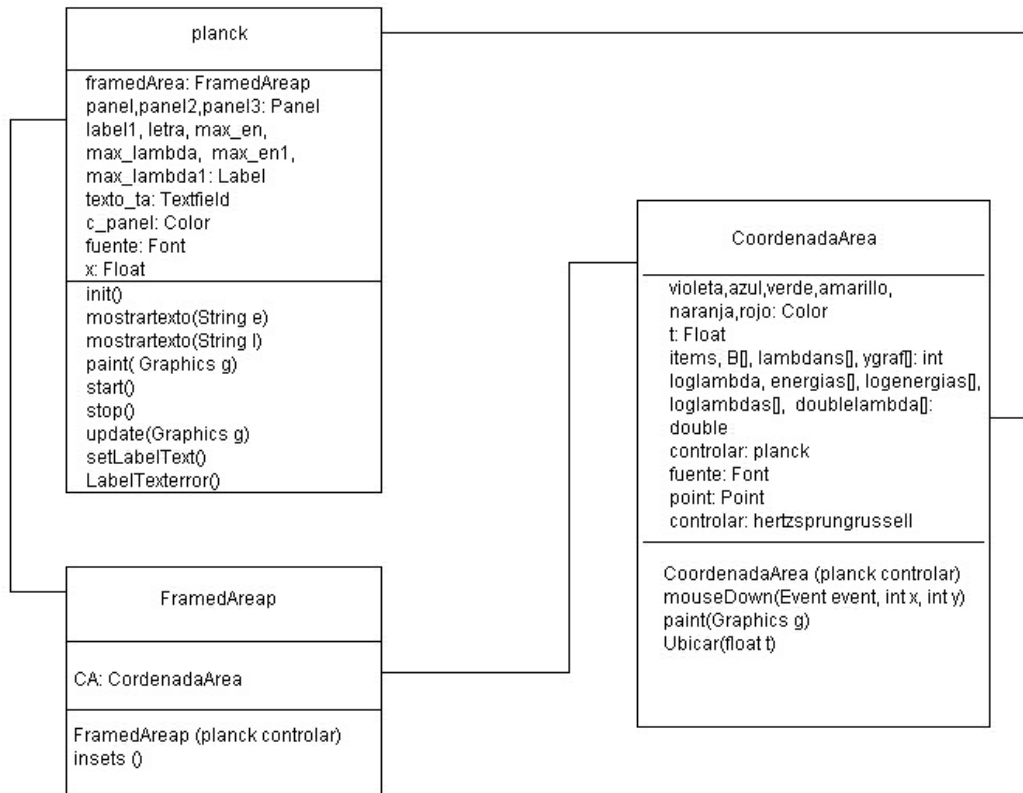


Figura 26 Diagrama de clases para la simulación del applet que muestra la curva de Planck

Diagrama de clases para la simulación del applet que muestra el movimiento de las estrellas binarias visuales:

Este applet permite la visualización del movimiento de las estrellas binarias visuales tomando a una de ellas como referencia, también permite visualizar las tres leyes de Kepler, las cuales se aplican al problema de los dos cuerpos.

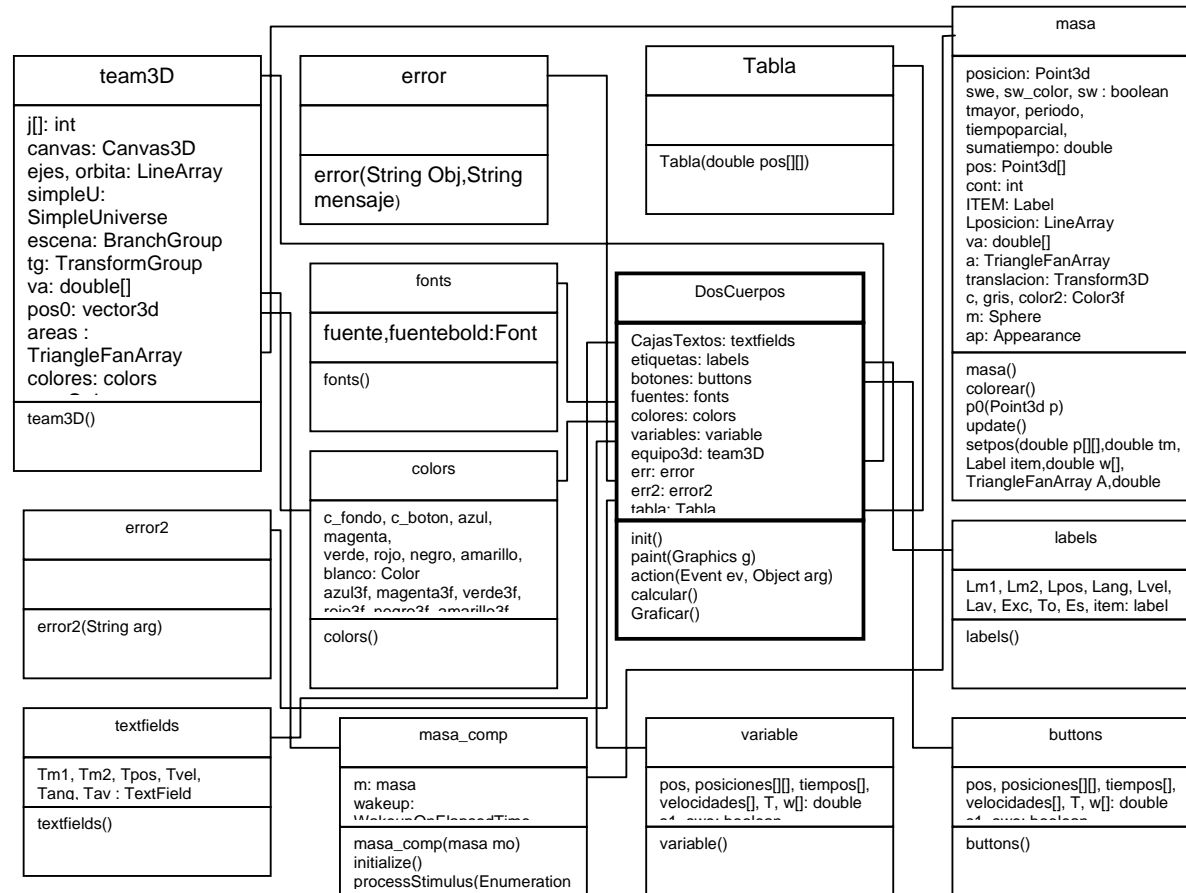


Figura 27 Diagrama de clases para la simulación del applet que muestra el movimiento de las estrellas binarias

Diagrama de clases para la simulación del applet que muestra la evolución de una estrella:

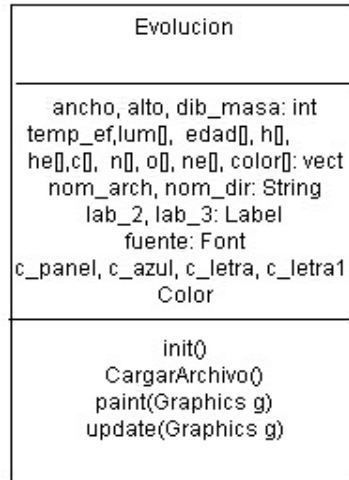


Figura 28 Diagrama de clases para la simulación del applet que muestra la evolución de una estrella a lo largo de su ciclo de vida.

Diagrama de clases para la simulación del applet que muestra el movimiento de estrellas binarias alrededor del centro de masas:

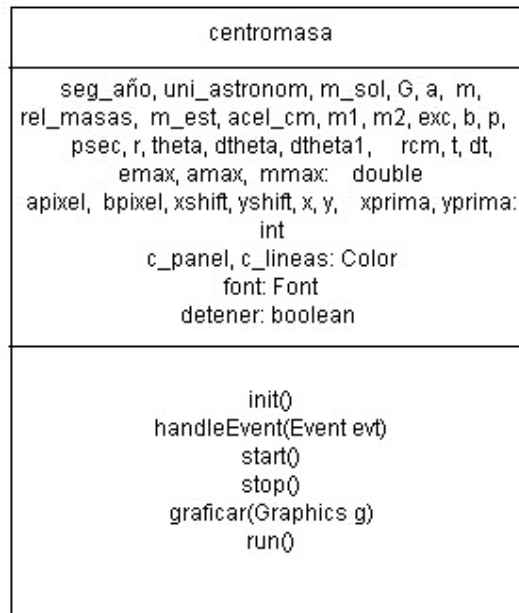


Figura 29 Diagrama de clases para la simulación del applet que muestra el movimiento de las estrellas binarias alrededor del centro de masas

4.2.5 Plan de desarrollo

Para la segunda fase se describieron los casos de uso de los actores usuario y profesor- administrador con objetivos, precondiciones, la manera de activación y los flujos principales de eventos para cada caso, como también, los diagramas de actividades de las simulaciones de Sifest 1.0

4.2.6 Evaluación del cliente

En esta segunda fase el cliente pudo observar los cambios realizados a partir de las sugerencias dadas en la primera fase y proponer algunas cosas que se hacen necesarias mejorar, dentro de las cuales se encuentran:

- Se hace necesario presentar al estudiante en la autoevaluación la oportunidad de desarrollar actividades que impliquen el análisis de las simulaciones presentadas y su respuesta pueda ser expresada en forma abierta al profesor por medio de un mensaje electrónico.
- Se sugiere un cambio en la interfaz gráfica del software.
- En la presentación de la teoría, el cliente sugiere que se de un espacio para poder resaltar los conceptos mas importantes en cuanto a la teoría de cada una de las simulaciones.

4.3 TERCERA FASE

4.3.1 Planificación

Es necesario definir la interfaz gráfica que va a tener Sifest 1.0, así como el diseño del logo que identifique al software.

4.3.2 Análisis de riesgos

El principal riesgo que se tiene en este momento es un cierre en la universidad, que impida montar el software en el servidor del Centro Halley, si esto llegara a suceder, será necesario buscar otro servidor y montarlo temporalmente mientras se realizan las pruebas de funcionamiento.

4.3.3 Tercer Prototipo

Se realizaron algunos cambios en el prototipo anterior, especialmente en la interfaz gráfica, la página de inicio y el logo de Sifest 1.0, se agregó una nueva simulación al software y se organizó el módulo de usuario profesor-administrador.

Considerando que es más enriquecedor para el estudiante de la materia que el profesor pueda apoyarle en sus inquietudes que se presentaron en el manejo de simulaciones, se hace necesario que el estudiante del curso de astronomía general pueda recibir las respuestas a sus inquietudes desde el mismo software, motivo por el cual se crea un nuevo usuario (invitado), el cual no contará con este privilegio. De esta forma, es necesario que el administrador ingrese los usuarios del curso para que éstos a través de una contraseña

puedan ingresar y ver los contenidos de los mensajes que le han sido enviados a cada uno de ellos.

Modificando el diagrama de casos de uso inicial, se tiene:

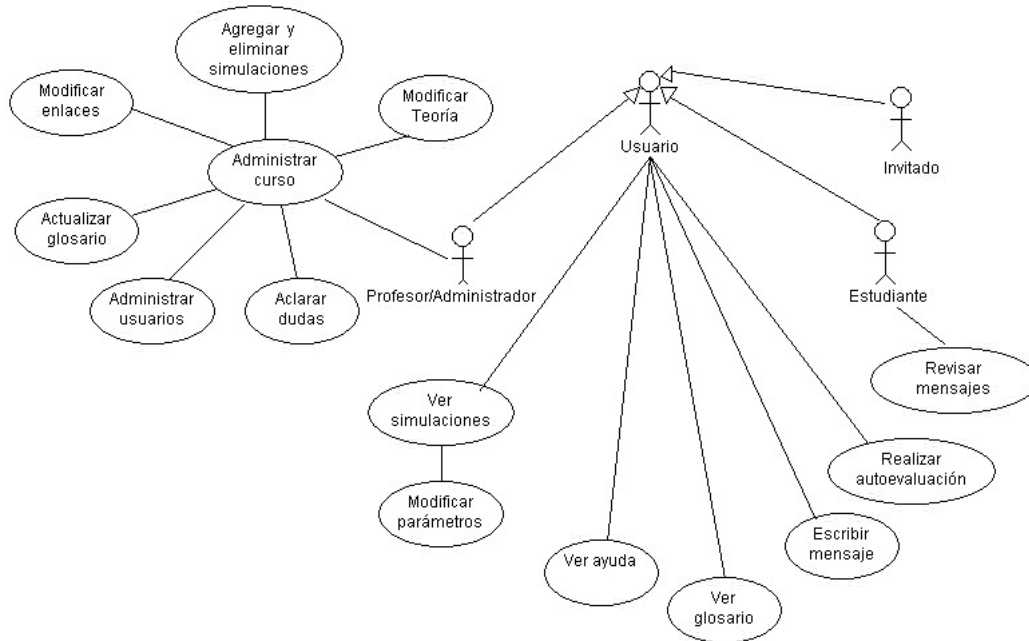


Figura 30 diagrama de casos de uso general del sistema (tercera fase)

Actor Invitado
Persona que hace uso de la herramienta para afianzar conceptos de astronomía estelar.
Responsabilidades (Tareas que tiene a su cargo)
Necesidades (Para qué utiliza el sistema)
<ul style="list-style-type: none"> • Consultar y experimentar diversos fenómenos de Astronomía Estelar. • Expresar electrónicamente sus inquietudes acerca de las características de las simulaciones y sus resultados. • Evaluar su conocimiento en el área. • Utilizar Glosario.

Los casos de uso relacionados que se agregan al actor administrador son:

Agregar usuario
Propósito- Regla de Negocio
Ingresar un nuevo usuario a SIFEST 1.0
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña El nuevo usuario debe ser estudiante de astronomía general
Activación
Cuando el administrador lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
6. A: Ingresa datos del usuario 2. S: Actualiza la base de datos

Eliminar usuario
Propósito- Regla de Negocio
Eliminar un usuario de SIFEST 1.0
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Cuando el administrador lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Escoge usuario a eliminar 2. S: Actualiza la base de datos

Modificar usuario
Propósito- Regla de Negocio
Modificar los datos de un estudiante
Precondiciones
Haber ingresado a la parte administrativa por medio de un usuario y una contraseña
Activación
Cuando el administrador lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Escoger nombre de usuario y elimina usuario 2. S: Actualiza la base de datos

El caso de uso que se agrega al actor estudiante es:

Revisar Mensajes
Propósito- Regla de Negocio
Leer los mensaje que el profesor-administrador envía
Precondiciones
El usuario profesor-administrador debe haber escrito un mensaje
Activación
Cuando el usuario lo considere conveniente
Flujo principal de eventos
1. A: Ingresa código y contraseña 2. S: Muestra el mensaje que se encuentra disponible para ese usuario.

4.3.4 Implementación y Pruebas

El software es montado en el servidor, con el fin de realizar unas pruebas del modulo estudiante con los alumnos de la materia de astronomía estelar. Para su desarrollo inicialmente se permitió al estudiante navegar libremente por el software, posteriormente se le dieron algunas instrucciones para que llevara a cabo algunas actividades, de manera que a lo largo de las pruebas el alumno hubiera utilizado todos los módulos y todas las simulaciones.

Posteriormente, se entregó un formulario con preguntas abiertas, cuyo objetivo era evaluar con mayor profundidad el software y contar con una opinión crítica por parte de los estudiantes. El contenido de la prueba se enuncia a continuación:

PRUEBA PILOTO DE SIFEST 1.0 SIMULACIÓN DE FENÓMENOS ESTELARES

Autores: _____

Tipo de Usuario (Administrador / Estudiante): _____

1. ¿Qué opina de la presentación general del software (gráficos, color, tipo de letra, entre otras).?

2. ¿En qué forma los resultados obtenidos al hacer uso de las simulaciones le ayudaron a resolver sus inquietudes?

3. ¿Cómo le pareció la información presentada sobre las simulaciones, teoría, glosario, y enlaces?

4. ¿Las simulaciones realmente permiten una mejor comprensión de los fenómenos presentados?

5. ¿Piensa que los contenidos presentados corresponden a su nivel académico?

6. ¿Qué es lo que más le agrada del software?

7. ¿Qué le cambiaría o mejoraría al software?

8. ¿Qué piensa de la complejidad o facilidad que tiene el software en su manejo?

9. ¿El uso de SIFEST 1.0 promueve la investigación?

10. Exprese su opinión acerca de la presentación y funcionalidad de:

Las simulaciones

Glosario

Auto evaluación

Ayuda

Mensajes

Observaciones:

Las principales observaciones que se le hicieron al software fueron:

- Colores agradables que no cansan la vista
- El hecho de poder modificar algunas variables, y visualizar los fenómenos, le facilita al estudiante obtener conclusiones acerca del comportamiento de los mismos.
- La presentación de los contenidos se presenta en un lenguaje sencillo, de tal forma que el estudiante que se está iniciando en el tema lo pueda comprender.

- La presentación de los contenidos por medio de las simulaciones facilita al estudiante la comprensión de los temas tratados (estrellas binarias, diagrama de Hertzsprung-Russell y ciclo de vida de una estrella).
- Las simulaciones son fáciles de usar, ilustrativas y didácticas.
- Se hace necesario mejorar un poco la página inicial, para que ésta sea mas llamativa al usuario.

4.4 CUARTA FASE

4.4.1 Planificación

Teniendo en cuenta las sugerencias realizadas por los estudiantes en las pruebas anteriores, se hace necesario mejorar complementar algunas partes del software.

4.4.2 Análisis de riesgos

Es necesario atender las peticiones del cliente, sin que esto conlleve a implementar cosas que no fueron planteadas dentro de los objetivos iniciales.

4.4.3 Prototipo Operativo

Se mejoró la página de inicio, de tal forma que quede enmarcada dentro del contexto educativo al que se refiere el software.

Se amplió la teoría, en cuanto a los contenidos de las simulaciones para que los estudiantes puedan apreciar con mayor claridad los resultados mostrados en cada una de las simulaciones.

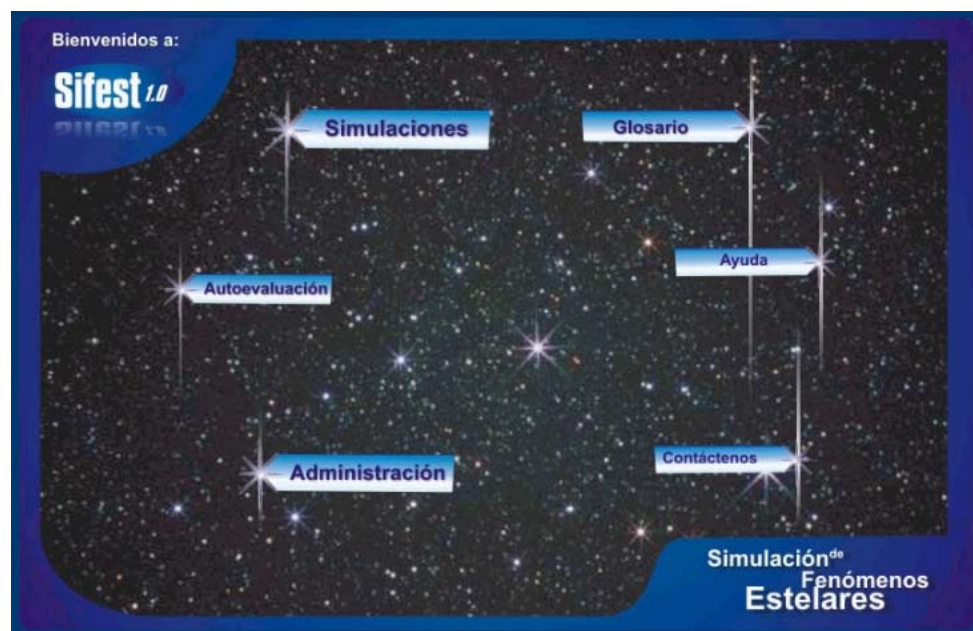
4.4.4 Pruebas

Se realizó una prueba total del software, dando como resultado la verificación de cada una de las funcionalidades implementadas en el software, así como una serie de recomendaciones para futuras versiones de SIFEST 1.0

5 MANUAL DE USUARIO Y PRESENTACIÓN DEL SOFTWARE

El presente documento es una guía para la exploración de SIFEST 1.0, desarrollado para la clase de Astronomía Estelar del Centro Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales con la colaboración del grupo SIMON de investigaciones.

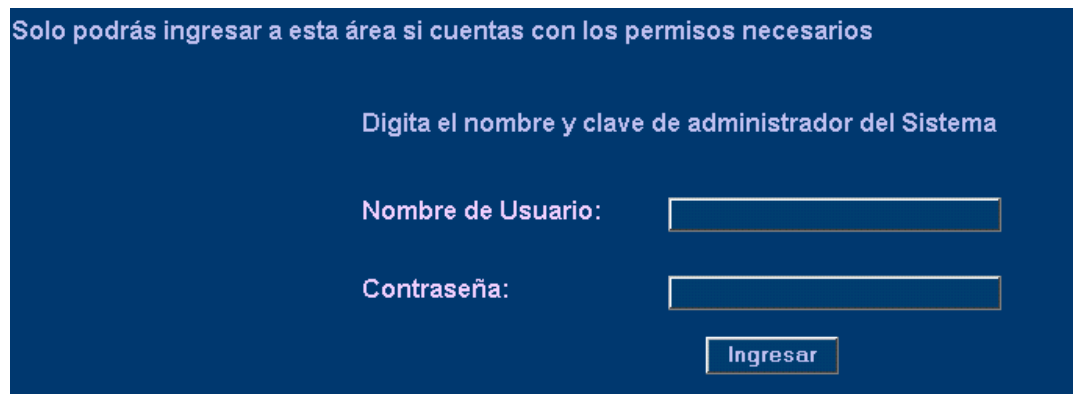
El ingreso a SIFEST 1.0 se hace por medio de un enlace localizado en la página inicial del sitio web del Centro Halley o directamente a <http://halley.uis.edu.co/sifest/>



5.1 USUARIO ADMINISTRADOR

5.1.1 Acceso al administrador de SIFEST 1.0

El ingreso al administrador de SIFEST 1.0 se hace por medio del botón Administrador, localizado en la página principal del software. Allí se le pedirá que digite el nombre de usuario y la contraseña, posteriormente se hace click en el botón enviar.



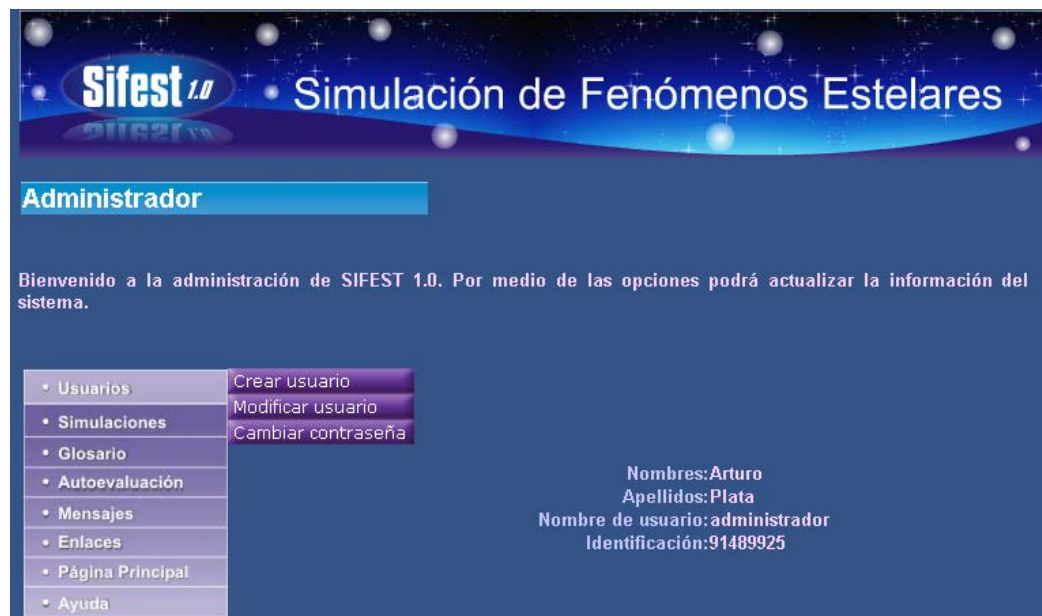
Solo podrás ingresar a esta área si cuentas con los permisos necesarios

Digita el nombre y clave de administrador del Sistema

Nombre de Usuario:

Contraseña:

Después de verificar el nombre de usuario y contraseña, puede ingresar a las opciones de administrador:



Sifest 1.0 Simulación de Fenómenos Estelares

Administrador

Bienvenido a la administración de SIFEST 1.0. Por medio de las opciones podrá actualizar la información del sistema.

• Usuarios	Crear usuario
• Simulaciones	Modificar usuario
• Glosario	Cambiar contraseña
• Autoevaluación	
• Mensajes	
• Enlaces	
• Página Principal	
• Ayuda	

Nombres: Arturo
Apellidos: Plata
Nombre de usuario: administrador
Identificación: 91489925

Opción usuarios: Permite cambiar la contraseña del usuario administrador, crear, modificar y eliminar usuarios (en el caso de los estudiantes del curso).

Opción Simulaciones: El objetivo principal de este software es mostrarle al estudiante simulaciones de fenómenos estelares. Mediante la opción Simulaciones, el profesor-administrador puede agregar las simulaciones que considere de importancia para que el estudiante las pueda observar, analizar y trabajar con ellas.

De igual forma puede borrar las simulaciones que ya no considere necesarias.



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'http://localhost/sifest/index.htm'. The page title is 'Sifest 1.0 Simulación de Fenómenos Estelares'. The navigation menu includes: 'Página Principal', 'Administración', 'Simulaciones', 'Glosario', 'Autoevaluación', 'Contáctenos', and 'Ayuda'. The main content area contains the following text: 'Para anexas una simulación tenga en cuenta que necesitará incluir todos los archivos relacionados con la página html en la respectiva carpeta de presentació'. Below this text are two form sections. The first section has a 'Nombre' label and an input field, followed by an 'Archivo del applet' label and an input field with an 'Examinar...' button. Below these is an 'Aceptar' button. The second section has an 'Archivos adjuntos' label and an input field with an 'Examinar...' button, followed by an 'Adjuntar' button.

Opción Glosario: A partir de esta opción, el profesor-administrador puede:

- agregar nuevas palabras al glosario.
- Modificar las palabras ya existentes
- Eliminar palabras, de una lista dada.

Opción Autoevaluación: Esta sección es muy importante, ya que permite dos cosas:

- Presentarle al alumno una variedad de preguntas, cada una de las cuales tendrá 4 opciones de respuesta, para que él se autoevalúe.
- Hacer preguntas abiertas al estudiante, para que en base a las simulaciones que el profesor le presente, las analice y saque sus conclusiones, las cuales pueden ser enviadas al profesor a través de mensajes.

Mediante la opción Auto evaluación, el profesor-administrador puede generar o modificar preguntas que luego serán consultadas por los estudiantes, de igual forma puede eliminar las preguntas que considere ya no son necesarias.

Opción Mensajes:

Para leer un mensaje haz click en el nombre de quien envía el mensaje, para borrar los mensajes selecciónalos y presiona "Eliminar".

		NOMBRE	E-MAIL
<input type="checkbox"/>		jorgito15	sadesea
<input type="checkbox"/>		jorgito15	sadesea
<input type="checkbox"/>		jorgito15	sadesea
<input type="checkbox"/>		jorgito15	sadesea
<input type="checkbox"/>		jorgito15	sadesea
<input type="checkbox"/>		jorgito16	sadesea
<input type="checkbox"/>		jorgito16	sadesea
<input type="checkbox"/>		jorgito16	sadesea
<input type="checkbox"/>		jorgito16	sadesea
<input type="checkbox"/>		jorgito16	sadesea

Páginas: 1 2

Opciones del Administrador

Esta opción permite al profesor-administrador leer los mensajes que han sido enviados por los usuarios y a su vez le permite responder dichos mensajes a los estudiantes del curso de astronomía.

Opción Enlaces: Permite digitar direcciones electrónicas que hagan referencia a la materia, con el fin de ampliar el campo teórico a los estudiantes y demás usuarios del software.

Opción Ayuda:

En este campo se presenta una descripción detallada del manejo de SIFEST 1.0 para el usuario administrador.

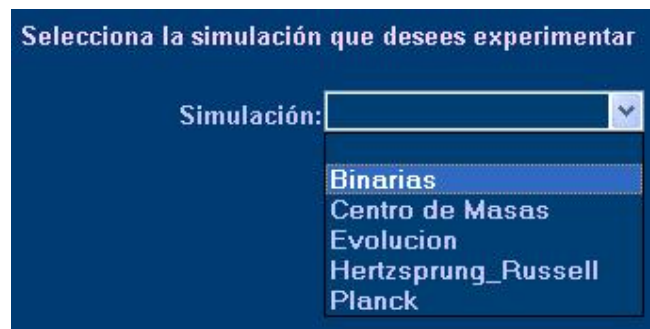
5.2 USUARIO ESTUDIANTE E INVITADO

A continuación se presenta información relacionada con el usuario general (estudiante o cualquier persona que acceda al software) de SIFEST 1.0

5.2.1 Acceso a SIFEST 1.0

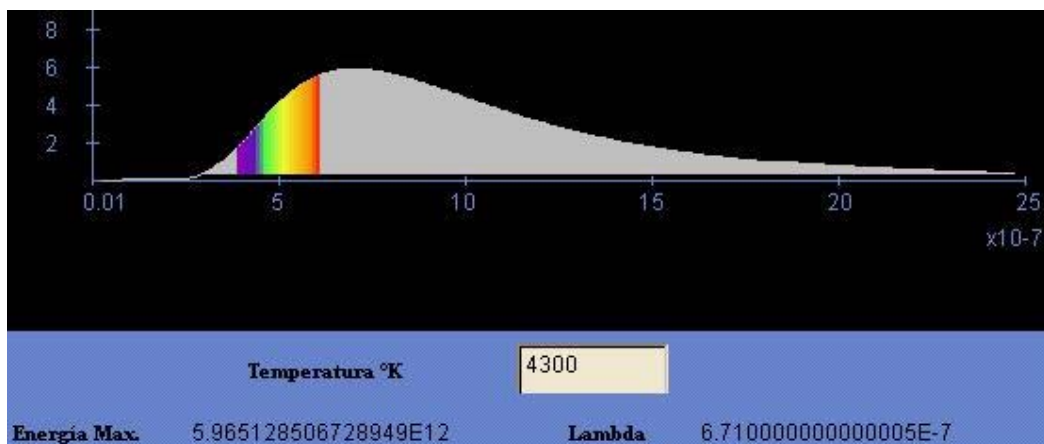
El acceso a este tipo de usuario es libre teniendo de entrada en su página inicial las opciones: simulaciones, glosario, autoevaluación, contáctenos y ayuda.

Opción Simulaciones:



Para realizar el estudio de las simulaciones de SIFEST 1.0, el estudiante puede dar click en el botón simulaciones de la página principal, posteriormente, puede escoger entre una lista de simulaciones y hacer click en la opción buscar, se desprende una nueva pantalla que le permite realizar el estudio de la simulación, en cada una de las cuales se encuentra la explicación de uso y una base teórica de la descripción del fenómeno.

Por ejemplo, para la simulación correspondiente a la energía emitida por una estrella, el software desplegará el siguiente applet con sus respectivas instrucciones de manejo



Pasando a la siguiente página, el usuario puede encontrar una teoría general que contiene información del fenómeno.

Opción Glosario:

Nombre: Fuerza

Definición:

Es la capacidad de cambiar el momento de un cuerpo, es decir el producto de su masa por su velocidad. Si se le aplica una fuerza a un cuerpo este se acelera. Cuanto menor sea la masa, mayor será la aceleración.

Las fuerzas se miden por los efectos que producen, es decir, a partir de las deformaciones o cambios de movimiento que producen sobre los objetos. En el Sistema Internacional de unidades, la fuerza

Para consultar los significados de las palabras acerca de las cuales el estudiante tenga dudas, SIFEST 1.0 cuenta con un glosario al cual puede tener acceso ubicándose el botón glosario de la página principal. El estudiante puede escoger entre una lista de términos relacionados con astronomía estelar y hacer click en la opción buscar, aparece una descripción del término.

Opción Autoevaluación:

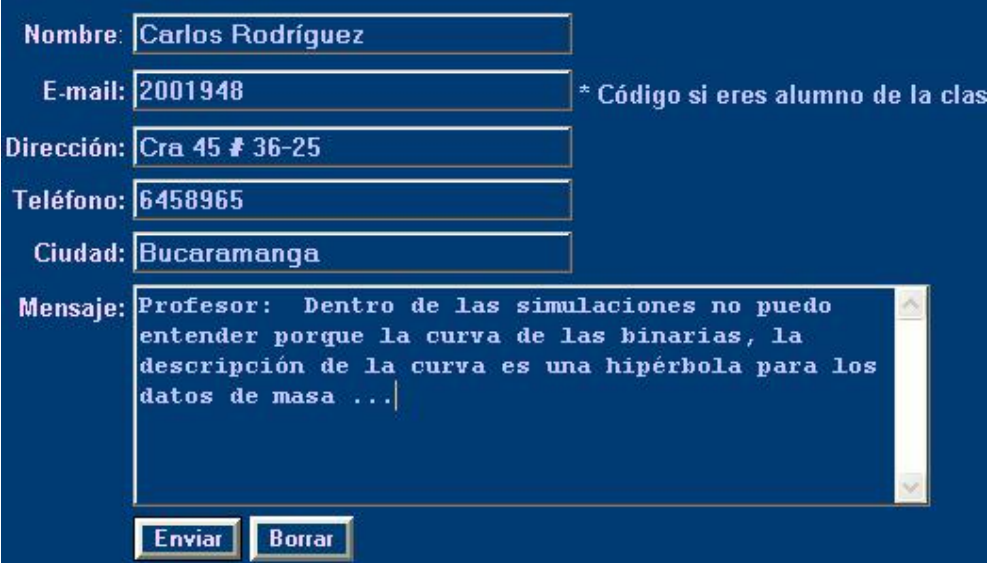
En esta sección puedes evaluar tus conocimientos y conceptos básicos de Astronomía Estelar, algunas preguntas podrás contestarlas más fácilmente, si haces uso de las [simulaciones](#). Escoge tu opción:

Nombre de Usuario:

El estudiante puede acceder a la autoevaluación haciendo click en el botón autoevaluación de la página inicial. Existen dos opciones para desarrollar la autoevaluación, la primera el usuario debe responder a varias preguntas escogiendo una respuesta de varias alternativas presentadas y la segunda

se realiza mediante preguntas abiertas cuyas respuestas son enviadas al profesor quien podrá observarlas y responder las inquietudes.

Opción Contáctenos:



A screenshot of a contact form with a dark blue background. The form contains the following fields and text:

- Nombre:** Carlos Rodríguez
- E-mail:** 2001948 * Código si eres alumno de la clas
- Dirección:** Cra 45 # 36-25
- Teléfono:** 6458965
- Ciudad:** Bucaramanga
- Mensaje:** Profesor: Dentro de las simulaciones no puedo entender porque la curva de las binarias, la descripción de la curva es una hipérbola para los datos de masa ...

At the bottom of the form are two buttons: **Enviar** and **Borrar**.

El estudiante puede realizar cualquier comentario al administrador haciendo click en el botón contáctenos de la página inicial. Si es un estudiante de la materia puede colocar en el campo Email su código para que el profesor pueda contestar al alumno por medio del software.

6 CONCLUSIONES

En el objetivo general se propuso crear una herramienta enfocada a apoyar la labor académica del estudiante de la materia de astronomía general, en lo relacionado con el tópico de astronomía estelar correspondiente a: estrellas binarias, diagrama de Hertzsprung Russell y ciclo de vida de una estrella, al facilitarle alternativas para que pueda observar de una forma mas interactiva diferentes comportamientos y situaciones que se presentan en estos temas.

Para cumplir con el objetivo se creó la herramienta SIFEST 1.0, en la cual se maneja un lenguaje sencillo, éste facilita la comprensión del estudiante que no está familiarizado con temas de astronomía, pero teniendo en cuenta que como estudiante de la materia (a nivel universitario), posee conocimientos básicos de mecánica adquiridos en el bachillerato.

SIFEST 1.0 hace énfasis en la parte aplicada de los contenidos (simulaciones), ya que es un software para complementar la labor del profesor, mas no para dar a conocer una temática en profundidad, es por esto que la teoría que allí se presenta es muy general sin entrar en detalles, que se supone son tratados durante la clase.

SIFEST 1.0 complementa la labor del docente del t3pico de astronomía estelar en los temas mencionados anteriormente, ya que presenta otra alternativa para afianzar los temas vistos en la clase de una forma dinámica y sencilla.

SIFEST 1.0 es un software dinámico ya que permite al docente ampliar los contenidos que considere necesarios para su labor y 3tiles para el uso de los estudiantes.

La implementaci3n de SIFEST 1.0 para que se vea a trav3s de la Web, presenta al estudiante la alternativa de trabajarlo cuando lo desee, sin que se sienta limitado a un intervalo de tiempo, de igual forma le permite una comunicaci3n con el profesor a trav3s de los mensajes para solucionar inquietudes que surgen fuera de la clase.

Para el Centro Halley es 3til dar a conocer este software, ya que pese a que en Colombia hay muchos centros relacionados con la astronomía, a3n no se ha desarrollado un software que facilite su enseñanza, es por esto que con SIFEST 1.0 se pretende dar un primer paso a una nueva forma de enseñanza y divulgaci3n de la astronomía en nuestro pa3s.

7 RECOMENDACIONES

Terminado este proyecto los autores recomiendan:

Involucrar conceptos y simulaciones de nuevos temas relacionados con fenómenos estelares, con el fin de complementar el software y mantener su homogeneidad.

Realizar un software que permita manejar todos los tópicos de la materia de Astronomía General, dentro del cual estaría incluido SIFEST 1.0 el cual solo maneja lo relacionado con astronomía estelar.

Incentivar a través de los diferentes grupos internos del Centro Halley de Astronomía, el desarrollo de diferentes simulaciones que permitan complementar el software.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Portilla Barbosa, José Gregorio. **Elementos de Astronomía de Posición**. Universidad Nacional de Colombia. 2001.
- [2] Jaschek Carlos y Corvalan de Jaschek Mercedes. **Astrofísica**. Observatorio de Estrasburgo. Estrasburgo Francia. Segunda Edición. 1983
- [3] Schwarzschild Martin. **Structure and evolution of the Stars**. Dover publications. New York. 1965.
- [4] Katime Santrich, Orlando. Modelado de fenómenos astronómicos con dinámica de sistemas, caso cadena protón-protón. 2003.
- [5] <http://www.earth.uni.edu/~morgan/ajjar/Astrophysics/geneva.txt>. Abril de 2005.
- [6] Pressman, Roger. **Ingeniería del software, Un enfoque práctico**. Cuarta edición. McGraw Hill España. 1998.
- [7] McConnell Steve. **Desarrollo y gestión de proyectos informáticos**. McGraw Hill. España. 1997.

[8] Jacobson, M. Christerson, P. Jonsson, y G. Övergaard. **Object–Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach**. Addison–Wesley, 4a edición, 1993.

[9] G. Booch, J. Rumbaugh, y I. Jacobson. **The Unified Modeling Language User Guide**. Addison–Wesley, 1999.

[10] (Ceballos, Francisco Javier. **Java 2. Curso de programación**. Editorial Alfaomega. México, 2000.)