

Memoria para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados

Alumno: **Fabricio Farias Tarouco** (*briccio@unizar.es*)
GIGA – Grupo de Informática Gráfica Avanzada
Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Centro Politécnico Superior – Universidad de Zaragoza

- a) *Antecedentes*
- b) *Periodo Docente*
- c) *Periodo Investigador*
- d) *Otros Méritos*
- e) *Trabajos Futuros*

a) Antecedentes

Al intentar cumplir los objetivos de esta memoria, que es uno de los requisitos principales para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, comienzo por presentarme desde el punto de vista académico, con el fin de facilitar la comprensión de algunas elecciones hechas a lo largo de este camino que vengo recorriendo en la busca del título de “Doctor en Informática e Ingeniería de Sistemas”.

En diciembre del 2000, concluí mi primera graduación en “**Informática – Análisis de Sistemas**” en la Universidad Católica de Pelotas – UCPEL, con un proyecto de fin de carrera titulado “Comunicación Visual en la Web”. Dos años más tarde por la UCPEL también, concluí un Postgrado (nivel de especialización) denominado “**Especialización en Informática – Énfasis en Internet y Aplicaciones en la Enseñanza**”, en el cual desarrollé una Monografía titulada “Lego 3D en VRML”. Y por fin, en Diciembre del 2004 acabé mi segunda graduación, esta vez en el curso de “**Diseño Gráfico**” de la Universidad Federal de Pelotas – UFPEL, donde el proyecto de fin de carrera fue una continuación del trabajo “Comunicación Visual en la Web” desarrollado en la UCPEL.

Durante los años anteriores a mi llegada a España y al inicio del curso de Doctorado en la Universidad de Zaragoza, trabajé como **profesor e investigador de la Universidad Federal de Pelotas**, en la cual desarrollaba actividades relacionadas a las asignaturas de Introducción a la Computación Gráfica, Computación Gráfica 1 y 2, participando también en proyectos de investigación en la misma área y dirigiendo PFC’s de alumnos del curso de Especialización en Gráfica Digital – Postgrado de la UFPEL.

Remarco, como parte importante de mi currículum:

- obtención de una **Beca del Banco Santander**, para estudios de doctorado para estudiantes latino-americanos en la Unizar, con casi 300 participantes;
- 1 intercambio de dos meses en la Universidad de Cádiz (España);
- 2 concursos ganados en el área de diseño gráfico (identidad corporativa);
- 4 publicaciones técnicas, tituladas:
 - *Tarouco, Fabricio F.; “Estudio de la Comunicación Visual para Web” - Trabajo Final de Graduación para obtención del Título de Licenciado en Informático – Análisis de Sistemas. Disponible en la Biblioteca de la Universidad Católica de Pelotas – Brasil, Diciembre/2000.*
 - *Tarouco, Fabricio F.; “Prototipo LEGO 3D en VRML” - Trabajo Final de Postgrado para obtención del Título de Especialista en Informático – Énfasis en*

Internet y Aplicaciones en la Enseñanza. Disponible en la Biblioteca de la Universidad Católica de Pelotas – Brasil, Diciembre/2000.

• Tarouco, Fabrício F.; “**LEGO 3D en VRML**” - *Actas del VII Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital 2003 – SIGRADI 2003 – Libro de Ponencias – Rosario - Argentina.*

• Tarouco, Fabrício F.; Baldassarri, Sandra S.; Serón, Francisco J. - **Técnicas de Modelado de Ropas Digitales [RRF05]** – UNIZAR – 2005.

– 1 Orientación de PFC: “*Integración de la técnica de Animación Stop-Motion con Técnicas de Modelado 3D*”.

– 1 Proyecto de Investigación: *Geometría Descriptiva: Una Experiencia de Enseñanza Utilizando Recursos Computacionales Gráficos e Internet*”.

– 10 años de experiencia profesional en enseñanza y tecnologías;

– participación en 13 cursos técnicos y 12 congresos especializados;

b) Período Docente

Los cursos de doctorado realizados fueron escogidos pensando en tres factores:

1. Formación y Perfil Personal;
2. Perfil y área de actuación del Grupo receptor, en este caso GIGA - Grupo de Informática Gráfica Avanzada;
3. Intereses Personales convergentes a los intereses del Grupo de Investigación (GIGA).

Basándome en esos criterios, las disciplinas escogidas y cursadas fueron:

1. **Informática Gráfica** – 3 créditos. Esta disciplina presenta una visión general e introductoria al mundo gráfico, abordando temas como: Hardware gráfico, Modelado geométrico, Modelado visual e Animación. El método de evaluación fue a través de examen práctico conteniendo los ítems citados.

2. **Diseño y Evaluación de Interfaces** – 3 créditos. Se basa en la búsqueda de un diseño centrado en el usuario. Debate técnicas de evaluación de la usabilidad, estándares, reglas de estilo y lenguajes de descripción, interfaces para entornos colaborativos, interfaces para usuarios con necesidades especiales, interfaces avanzadas, interfaces usuario-ordenador-usuario e interfaces asistidas. La evaluación consistió en el desarrollo de un ambiente de interacción con el usuario, tomando en consideración los contenidos estudiados en las clases.

3. **Diseño de Aplicaciones Seguras** – 3 créditos. Esta asignatura se basa en desarrollo de aplicaciones seguras, seguridad en sistemas y bases de criptografía. La evaluación fue hecha por medio de trabajos prácticos y teóricos de análisis de la seguridad en diferentes tipos de sistemas.

4. **Interoperabilidad de Sistemas de Información en Internet: Aplicación a las Infraestructuras de Datos Espaciales** – 5 créditos. Aborda la reutilización del software con base en el trabajo con componentes. Este curso aborda la descripción de la estructuración del framework, así como algunas de las propuestas internacionales existentes en estándares y procesos. A modo de ejemplo de contexto de aplicación concreta, se recurren a los SIGs y SBL por ser éstas áreas en las que estos modelos de interoperabilidad han triunfado tanto en investigación, como industrialmente. La evaluación fue hecha a través de exposiciones orales de temas estudiados en clase, utilizando recursos de apoyo.

5. **Visualización Biomédica** – 3 créditos. Este curso estudia la visualización de datos y aborda temas como la perspectiva histórica, la pipeline de visualización, representaciones básicas de datos, los algoritmos fundamentales, la visualización volumétrica, las representaciones avanzadas de datos, los algoritmos avanzados, con la finalidad de aplicarlos en la visualización biomédica. La evaluación fue hecha a través de debates y cuestionamientos orales.

6. **Introducción a la Metodología de la Ciencia** – 4 créditos. Relata una introducción y clasificación de las ciencias. Tratando temas como el Inductivismo Aristotélico, el Inductivismo baconiano, Racionalismo, La tradición empirista, el positivismo lógico, el Racionalismo Crítico, la Sociología de la Ciencia, la Visión Histórica de la Filosofía de la Ciencia y la visión anarquista de la Ciencia. Se hizo la evaluación a través de debates y cuestionamientos orales.

Sin duda alguna, el período docente ofreció una importante introducción a aspectos relevantes, permitiendo un conocimiento más amplio y posibilitando un mejor rendimiento y profundización de los estudios desarrollados en las fases posteriores. Más específicamente, el conjunto de estos cursos de doctorados trajo una visión madura, basada en argumentos concretos, capaz de proporcionar las herramientas necesarias para el buen desarrollo de investigaciones, o sea, al debatir metodología de la ciencia al mismo tiempo que temas técnicos, fue posible entender la convergencia de los asuntos y la posibilidad de trabajar con una gama mayor de conocimientos interrelacionados. Por ejemplo, en la práctica eso se hizo notable en el momento en que fue posible aplicar los conocimientos del curso de Informática Gráfica y reutilizarlos para la comprensión de las demás áreas, como Visualización Biomédica, Diseño y Evaluación de Interfaces y viceversa.

Conviene resaltar que paralelamente al período docente, realicé un período de búsqueda de un tema concreto de investigación dentro del **Grupo de Informática Gráfica Avanzada (GIGA)**, donde entré en conocimiento de los trabajos de los demás miembros y tuve acceso a la biblioteca particular de este grupo, donde pude conocer un poco más del mundo de los “gráficos” a través de publicaciones, proyectos en marcha y investigaciones ya concluidas. El tema seleccionado fue “Simulación de Ropa por el Ordenador” y tuvo como factores determinantes los mismos tres factores citados anteriormente en el momento de la selección de los cursos de doctorado.

c) Período Investigador

Teniendo un tema de interés concreto, fue más fácil decidir en que “líneas de investigación” sería más conveniente efectuar la matrícula, por tanto, dentro de un pensamiento más direccionado, se optó por dos líneas de investigación relacionadas al grupo en cuestión, que son:

1. **Animación 3D.**
2. **Paralelización de Algoritmos de Visualización.**

Por el hecho de que ambas líneas, y sus respectivos profesores pertenecer al mismo grupo de investigación, fue posible el desarrollo de estas líneas de forma conjunta, permitiendo el intercambio de conocimientos y la adaptación de los objetivos con el fin de buscar un mejor aprovechamiento. Conviene destacar que en este periodo, simultáneamente, se buscó un campo inexplorado para direccionar las investigaciones, dentro del tema ya citado - “Simulación de Ropa por el Ordenador”, y se optó por trabajar en “**Simulación Dinámica y Visual de Tejidos Desgastados**”.

El trabajo desarrollado en **Animación 3d** fue inicialmente un estudio de las técnicas generales de animación, con una profundización en un programa concreto relacionado con los actores sintéticos, el programa utilizado fue 3dStudioMax.

Entre las técnicas estudiadas se dio una atención especial a las de modelado del cuerpo humano, creando el esqueleto de sustento y la forma realista del cuerpo, y añadiendo texturas de piel y de cabello. También se buscó simular el movimiento humano a través de las herramientas disponibles en el software utilizado, bien a través de capturas de movimientos reales y también de forma manual.

Otra fuente de investigación dentro de esa línea fueron las técnicas de modelado de tejidos y ropa generados por el ordenador. Este trabajo se basa en modelos clasificados como geométricos, físicos e híbridos que consisten básicamente en buscar el realismo visual, teniendo en cuenta la exactitud física. Se realizó un análisis de las características visuales de la ropa, de su estructura macroscópica y también de la apariencia microscópica de las telas, bien como la simulación de comportamientos de una pieza de ropa y una serie completa de vestuario y su interacción con el ambiente exterior.

El trabajo dentro de la línea de **Paralelización de Algoritmos de Visualización** fue, en un primer momento, un estudio de las técnicas de paralelización y de sus aplicaciones, con especial atención al trabajo de R. Lario de la Universidad Complutense de Madrid titulado "*Rapid Parallelization of a Multilevel Cloth Simulator Using OpenMP*" y también un estudio de los sistemas de visualización y de generación de imágenes sintéticas. Posteriormente, se intenta centrar los estudios en el tema principal, teniendo en cuenta que las técnicas que simulan imágenes sintéticas en escenas naturales frecuentemente contradicen el realismo del mundo diario, pues muchas imágenes generadas por ordenador no simulan el desgaste natural del mundo real. Al analizar el desgaste sufrido por un objeto, dos factores importantes se tuvo en cuenta: la intensidad de este desgaste y el tiempo durante el cual el objeto estuvo expuesto. Un objeto puede ser afectado por uno o varios tipos de desgastes, pudiendo destacar como de mayor relevancia los siguientes: deterioro, envejecimiento, suciedad, manchas, humedad, rasgos, oxidación, desgaste por uso o manipulación, desgaste por agentes de la naturaleza, como sol, agua, viento, y por tanto, sabiendo eso, se estudió formas y técnicas de generar por computador estos efectos.

En el mismo camino, se estudiaron las *funciones de distribución bidireccional de la reflectancia (BRDF's)*, por ser una de las formas de representar tales efectos de desgaste, buscando lograr una simulación realista de diferentes tipos objetos y quizá, posteriormente de tejidos. Las BRDF's son funciones que permiten simular a nivel microscópico el comportamiento de los materiales frente a la luz. Para un punto determinado de una superficie, la BRDF es una función que tiene como argumentos la dirección de incidencia de la luz y la dirección del observador, y por lo tanto las características de la BRDF determinarán el "tipo" de material que el observador percibirá en cada momento y bajo diferentes condiciones de iluminación; así pues, la elección del modelo de BRDF y sus parámetros va a ser determinante en la caracterización de determinados efectos visuales a nivel microscópico, como los producidos por los desgastes aquí propuestos.

Es importante destacar aquí, que el trabajo de investigación desarrollado en el *período investigador* buscó respetar las características de cada línea, sin embargo, siempre intentando alcanzar el máximo aprovechamiento posible, o sea, adaptando los temas estudiados a la necesidad del conocimiento de determinadas materias que facilitarían y servirían de base para los futuros trabajos.

d) Otros Méritos

Inicialmente se ha realizado un estudio de las técnicas de modelado de ropa, que originó la publicación de un **report de investigación** [RRF05], titulado “Técnicas de Modelado de Ropas Digitales”, dirigido por los profesores del departamento de informática gráfica avanzada, Dr. Francisco José Serón y Dra. Sandra S. Baldassarri. Actualmente se está desarrollando otro **report de investigación** que trata sobre las “Técnicas de Simulación de Desgaste”.

En asociación con el profesor Dr. Juan Manuel Cordero Valle, de la Universidad de Sevilla, que desarrolló la tesis “Simulación Realista del Comportamiento Mecánico de Telas utilizando el Método de los Elementos Finitos” y actualmente trabaja en la ampliación de ese tema, se realizó un trabajo de animación de actores sintéticos.

e) Trabajos Futuros / Proyecto de Tesis

El uso de ropa digital o virtual crea nuevas posibilidades e intereses que pueden utilizarse tanto por animadores y desarrolladores de software, como por artistas o por la industria de la moda. En el mundo de computación gráfica se comenzó a trabajar en el modelado de ropas a partir de 1980, donde el objetivo de los primeros trabajos desarrollados consistía en crear modelos que reprodujeran las características visuales de la ropa, con un buen apoyo computacional. Los investigadores del mundo de la computación gráfica intentan crear modelos más sencillos que produzcan resultados de apariencia realista o aceptable a los observadores medios.

La investigación sobre la apariencia microscópica de las telas, o de la estructura de la ropa, no recibió demasiada atención hasta recientemente, cuando creció la preocupación acerca de los niveles de detalles. Las investigaciones en el área de las telas digitales se centran en primer lugar en el modelado y en la visualización de la estructura macroscópica de la construcción de tejidos, y solamente posteriormente se preocuparon por la estructura microscópica. La industria textil se beneficiaría claramente con la habilidad de reconocer la escala completa del tejido, no solamente los comportamientos mecánicos macroscópicos, sino también las propiedades visuales microscópicas.

Las técnicas para generar tejidos difieren en varios aspectos, considerando diferencias como la estructura utilizada, los colores o estampados escogidos y las texturas deseadas. Estas técnicas de modelado de ropa se clasifican, usualmente, en tres categorías: geométricas, físicas e híbridas. La ropa se caracteriza por el tejido usado, por el corte, pliegues, adaptación al cuerpo y el modelo pretendido. Se construyen diferentes tipos de tejidos para diferentes tipos de aplicaciones en informática gráfica, donde ligeras variaciones en la estructura, en la forma que se teje el hilo y el acabado final dado, influyen en la manera en que se arrugará el tejido, se ajustará, y se moverá en la ropa completa.

Aunque todavía hay mucho por trabajar y el camino es largo, se pretende aquí crear un punto de partida para la búsqueda de nuevas técnicas y métodos para el modelado, simulación y animación de ropas. En la búsqueda para conseguir que una ropa posea un aspecto más realista, una de las áreas abiertas de investigación es la simulación del desgaste natural que sufren todas las ropas reales, visto que determinados lugares se desgastan más que otros, como las rodillas y los codos o bajo los brazos. Para que la ropa sea realista será necesario simular efectos tales como suciedad, el envejecimiento, las grietas o los rasguños.

Cuando se habla de desgaste, significa una búsqueda por la apariencia realista, y para eso se debe tener en cuenta dos factores importantes al analizar el desgaste sufrido por un objeto: la intensidad de este desgaste y el tiempo durante el cual el objeto estuvo expuesto. Un objeto puede ser afectado por uno o varios tipos de desgastes, pudiendo destacar de manera más relevante los siguientes: deterioro, envejecimiento, suciedad, manchas, humedad, rasgos, oxidación, desgaste por uso o manipulación, desgaste por agentes de la naturaleza, como sol, agua, viento, etc.

El objetivo futuro es representar tales efectos de desgaste en tejidos por medio de las funciones de distribución bidireccional de la reflectancia (BRDF's), buscando lograr una simulación realista de diferentes tipos de tejidos, y también sus aplicaciones en ropas digitales y la simulación del movimiento.

Pero no sólo es necesario simular el desgaste con respecto a la apariencia visual, como también la forma con que el desgaste afecta el modo de moverse, de plegarse, o doblarse, pues la ropa desgastada o rota no tendrá el mismo comportamiento dinámico que la ropa nueva, es decir, variará dependiendo del tipo de tejido, el desgaste al que se ha sometido, la forma de la ropa, etc.

Un aspecto importante en la consecución de ese objetivo es la simulación de la dinámica de los objetos en movimiento. Las vestimentas de los personajes deben comportarse de manera creíble a los movimientos realizados por estos. La simulación realista del comportamiento mecánico de las telas presenta una gran complejidad, debido en gran medida a las características de los componentes que intervienen. Para conseguir un efecto más realista es necesario el uso de métodos que consideren las propiedades que caracterizan a los tejidos que componen las telas. Un modelo basado en el continuo puede llegar a obtener resultados que se aproximen a la realidad, teniendo en cuenta las propiedades físicas de los tejidos, así como el acoplamiento entre las deformaciones.

Entre los métodos disponibles, hay los que trabajan con:

- Elementos Finitos, que tratan a los objetos deformables como un medio continuo, dividiendo al objeto en un conjunto de elementos y aproximando la ecuación de equilibrio o movimiento sobre cada elemento;
- Masa-Muelle, en el que se caracterizan por representar los objetos como una malla o colección de puntos de masa interconectados mediante muelles y amortiguadores, los que utilizan;
- Modelos Continuos Aproximados, en el que estudia las variaciones que el medio sufre en su evolución dinámica, pero no se basan estrictamente en las leyes físicas como los métodos de elementos finitos;
- Sistemas de Partículas, en el que inicialmente se determina la energía que afecta al sistema permitiendo una gran interacción entre la exactitud y la velocidad para objetos altamente deformables tales como la tela.

Factores como exactitud física, velocidad de cálculo, estabilidad numérica, tiempo de respuesta, y tiempo real son temas importantes estudiados intensamente en investigaciones que tratan de la simulación del movimiento, y que también serán importantes para alcanzar aquí el establecimiento de las relaciones entre la dinámica de tejidos nuevos y tejidos desgastados, y también las magnitudes constitutivas de los tejidos que son las utilizadas en el proceso de cálculo, lo que simplificaría y abarataría la obtención de datos característicos de diferentes tejidos.