



DCB-998.15.
Noviembre 24 del 2015.

DR. LUIS ENRIQUE NOREÑA FRANCO

Presidente del Consejo Divisional de la
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
P r e s e n t e

Por este conducto le hago llegar la propuesta de contratación como Profesor Visitante del **DR. GEOVANNI HERNÁNDEZ GÓMEZ**, por un año a partir del 11 de enero del 2016.

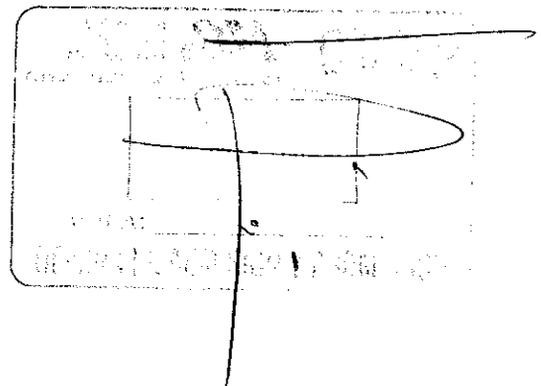
De ser aprobada su contratación, el profesor apoyará la docencia de UUEEAA de Física que imparte el Departamento y contribuirá a la consolidación de los Programas de investigación de Área de Física de Procesos Irreversibles: Fenómenos Críticos y Termodinámica de Tiempo Finito. Se anexan la carta de postulación del Jefe del Área, el Plan de Trabajo y el *Curriculum Vitae* del Dr. Hernández Gómez. Los recursos que se utilizarán serán:

< 2576 y 2648 >.

Agradeciendo su atención al presente, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Casa Abierta al Tiempo"

DR. HUGO EDUARDO SOLÍS CORREA
Encargado del Departamento de Ciencias Básicas



ccp. Dra. Ma. Lourdes Delgado Núñez - Secretaria Académica de la Div. de C.B.e I.

Azcapotzalco. Octubre 21, 2015.
Oficio: AFPI82-2015
Asunto: Solicitud de Académico Visitante

DR. DAVID ELIZARRARAZ MARTÍNEZ

Jefe
Departamento de Ciencias Básicas
P r e s e n t e

Me dirijo a usted para solicitar la contratación como académico visitante a nuestra área de Física de Procesos Irreversibles al Dr. Geovanni Hernández Gómez por el periodo comprendido del 11 de enero de 2016 al 10 de enero de 2017.

Adjunto para tal propósito, el proyecto de plan de trabajo "Desarrollo de técnicas avanzadas para el estudio del sistema óptico ojo humano utilizando tecnologías computacionales", el currículum vitae del Dr. Hernández Gómez, y carta con las firmas de los miembros del área apoyando esta solicitud.

Con la experiencia de la colaboración reciente que hemos tenido con el citado profesor y la oportunidad de contar con su estancia, consideramos que será posible fortalecer las líneas de investigación de interés del área. Al interior del área la colaboración del Dr. Hernández Gómez será principalmente con el Dr. Armando Gómez Vieyra, no obstante el resto de los integrantes del área participarán en diversas etapas del proyecto.

El Dr. Hernández Gómez además de desarrollar su proyecto de trabajo participará en las labores docentes en física que le asigne el Departamento de Ciencias Básicas a través de sus instancias correspondientes. También durante su estancia impartirá un par de seminarios a la comunidad de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería donde comunicará los avances del proyecto.

Sin más por el momento, agradezco su atención a la presente y le envío un cordial saludo.

Atentamente


M. en C. Carlos Alejandro Vargas
Jefe
Área de Física de Procesos Irreversibles

C.c.p. Archivo del área.



21 OCT 2015

RECIBIO 
Departamento de Ciencias Básicas

ÁREA DE FÍSICA DE PROCESOS IRREVERSIBLES

Azcapotzalco. Octubre 20, 2015.

DR. DAVID ELIZARRARAZ MARTÍNEZ

Jefe
Departamento de Ciencias Básicas
P r e s e n t e

En relación con la contratación del Dr. Geovanni Hernández Gómez como académico visitante de tiempo completo por el año 2016, asociado a nuestra área. Los miembros del área de Física de Procesos Irreversibles que firmamos a continuación le manifestamos que estamos de acuerdo con la contratación citada arriba.

Nombre	Firma
Dr. Eduardo Basurto Uribe	
Dr. Armando Gómez Vieyra	
Dra. Catalina Ester Haro Pérez	_____
Dr. Delfino Ladino Luna	
Dr. José Rubén Luévano Enríquez	
Dr. Gerardo Odriozola Prego	
Dr. Ricardo T. Páez Hernández	_____
Dr. Alejandro Ramírez Rojas	_____
Dr. Juan Manuel Velázquez Arcos	
M. en C. Carlos Alejandro Vargas	



PROPUESTA PARA LA CONTRATACIÓN DE PERSONAL ACADÉMICO VISITANTE

FECHA	DÍA	MES	AÑO
	21	10	2015

CONFORME A LO PREVISTO EN EL REGLAMENTO DE INGRESO, PROMOCIÓN Y PERMANENCIA DEL PERSONAL ACADÉMICO, SE PROPONE LA CONTRATACIÓN DE PERSONAL ACADÉMICO VISITANTE, PARA OCUPAR CON CARÁCTER TEMPORAL LA SIGUIENTE PLAZA:

TIEMPO DE DEDICACIÓN	Completo	No. DE HORAS (SOLO TIEMPO PARCIAL)	DE OTRAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS:					
UNIDAD	Azcapotzalco	DIVISIÓN	Ciencias Básicas e Ingeniería					
DEPARTAMENTO	Ciencias Básicas	HORARIO	Lunes a Viernes de 07:00 a 15:00 Hrs.					
DURACIÓN DE LA CONTRATACIÓN	FECHA DE INICIO DE LABORES	DÍA	MES	AÑO	FECHA DE TÉRMINO DE LABORES	DÍA	MES	AÑO
		11	01	2016		10	01	2017

ACTIVIDADES A REALIZAR

Docencia: Impartir las UEA, bajo responsabilidad del Departamento de Ciencias Básicas, tales como: Óptica, Laboratorio de Óptica, Ingeniería Óptica, Optoelectrónica e Imágenes y las UEA de Física del Tronco General de Asignaturas. Elaborar contenidos sintéticos de las UEA en el campo de la óptica. Se impartirán seminarios en el área de ciencias de la visión e instrumentación oftálmica. Investigación: Apoyar a los programas de investigación del área de Física de Procesos Irreversibles con los siguientes proyectos: i) Desarrollo de un sistema para la obtención de aberraciones de bajo orden en el sistema óptico humano. ii) Desarrollo de sistemas oftálmicos para la determinación de la opacidad. iii) Desarrollo un nuevo topógrafo corneal para la detección asferas provocadas por queratocono pronunciado.

Formación de recursos humanos: Se estimulará el interés de los estudiantes de licenciatura y posgrado, a través de los seminarios y desarrollo de las investigaciones, para realizar proyectos de integración y tesis de posgrado, e investigación con fines de publicación en el área de ciencias de la visión.

LA PLAZA HABRÁ DE SER OCUPADA POR:

APELLID PATERNO	APELLIDO MATERNO		NOMBRE (S)				CURP
HERNÁNDEZ	GÓMEZ		GEOVANNI				HEGG830611HGTRMV02
NACIONALIDAD	R.F.C.	FECHA DE NACIMIENTO	DÍA	MES	AÑO	EDAD	SEXO:
MEXICANA	HEGG830611MP6		11	06	1983	32	Masculino
ESTADO	CALLE:						
Casa	Juan I						
	CDLON/						
	Huma						
DELEGA	Salan						
DOCUMENTOS QUE SE ANEXAN:	CURRÍCULUM VITAE	<input checked="" type="checkbox"/>	R.F.C.	<input type="checkbox"/>	CURP	<input checked="" type="checkbox"/>	
	ACTA DE NACIMIENTO O CARTA DE NATURALIZACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	FORMA MIGRATORIA (FM)	<input type="checkbox"/>	PASAPORTE	<input type="checkbox"/>	
					OTROS ESPECIFIQUE	<input type="checkbox"/>	

Aprobada en la Sesión No. _____ del Consejo Divisional de fecha _____ DÍA _____ MES _____ AÑO _____

PRESIDENTE DEL CONSEJO DIVISIONAL

DR. LUIS E. NOREÑA FRANCO
NOMBRE Y FIRMA

Para uso exclusivo de la Comisión Dictaminadora

Categoría: Titular Nivel B

FECHA: DÍA 17 MES Noviembre AÑO 2015

PRESIDENTE DE LA COMISIÓN

DR. CÉSAR AUGUSTO FRANCO
NOMBRE Y FIRMA

COMISIÓN DICTAMINADORA

FRANCO
NOMBRE Y FIRMA

T1 Rectoría General – DIPPA
T2 Comisión Dictaminadora Divisional
T3 Jefe de Departamento

T4 Rector de Unidad
T5 Director de División
T6 Consejo Divisional

Dr. Giovanni
Hernández-Gómez

Curriculum Vitae

----- Educación

- 1998–1999 **Carrera técnica “Programador en Red y Sistemas Empresariales”, Instituto de Capacitación Empresarial en Sistemas S. C., México, Promedio – 10.0.**
- 2002–2006 **Licenciatura “Ingeniería en Sistemas Computacionales”, Instituto Tecnológico de Celaya, México, Promedio – 8.5.**
- 2007–2009 **Maestría “Maestría en Ingeniería Eléctrica (Instrumentación y Sistemas Digitales)”, División de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca (DICIS), México, Promedio – 9.1.**
- 2011–2015 **Doctorado “Doctorado en Ciencias (Óptica)”, Centro de Investigaciones en Óptica A. C. (CIO), México, Promedio – 9.3.**

----- Tesis de Licenciatura

Título **Administración de redes en ambientes UNIX**

Asesor Ing. Bernardo Zendejas Morales

Descripción Administración de sistemas computacionales en red utilizando sistemas operativos UNIX

----- Tesis de Maestría

Título **Uso de indicadores de homogeneidad regional en imágenes para la segmentación selectiva por color o por textura**

Asesor Dr. Raúl E. Sánchez Yáñez

Descripción La segmentación de imágenes naturales es una parte muy importante en el procesamiento de imágenes, debido a la gran utilidad que ofrece en áreas como la navegación o visión robótica. En este trabajo se desarrolló un sistema de segmentación de imágenes naturales, el cual utiliza propiedades de color y de textura para efectuar dicha segmentación.

===== Tesis de Doctorado

Título ***Determinación de las aberraciones de un sistema óptico mediante la integración de pantallas de Hartmann con simetría radial***

Asesor Dr. Zacarías Malacara Hernández

Co-Asesor Dr. Daniel Malacara Hernández

Descripción En el desarrollo de este trabajo de tesis describimos un método nuevo creado para realizar la localización de las manchas generadas durante la prueba de Hartmann o Hartmann-Shack así como la implementación de un centroide en función de las características de cada una de las manchas realizando este proceso de manera automática y precisa. Además, describimos un nuevo método de integración Modal de pantallas de Hartmann con simetrías radiales, cuadradas y hexagonales a partir de las Aberraciones Transversales (TA's) obtenidas de la prueba de Hartmann y Hartmann-Shack. El número de puntos en una pantalla de Hartmann nos proporciona la información para calcular las aberraciones presentes en el sistema óptico que estemos evaluando, es por eso que creamos un nuevo método simple para el cálculo de aberraciones de bajo orden utilizando pantallas de Hartmann de un anillo formada con 3, 4 y 5 puntos únicamente.

===== Estancias

Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco ***UAM***

01/01/2012 **Estudio del sistema visual humano, los sistemas de topografía corneal y**
01/03/2012 **los principios del procesamiento de imágenes resultantes de estos sistemas,**
México DF.

Investigador Dr. Armando Gómez Vieyra
contraparte

Laboratorio de Óptica de la Universidad de Murcia ***LOUM***

28/05/2014 **Desarrollo de herramientas de procesamiento y mejora de imágenes de mi-**
31/10/2014 **croscopía multifotónica de tejidos oculares usando haces Bessel sobre un**
láser de femtosegundos., Murcia España.

Investigador Dr. Juan M. Bueno
contraparte

===== Lenguajes

Español **Lengua materna**

Inglés **Puntaje TOEF 577**

Frances **Exámenes acreditados A1 y A2**

Colaboración

Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión

En conjunto con el Dr. Armando Gómez Vieyra, el Dr. Hernández-Gómez forma parte del equipo de la Universidad Autónoma Metropolitana para colaborar con el nuevo Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión, laboratorio que fue aprobado por Conacyt a principios de año. El laboratorio estará formado por diversos investigadores de diferentes instituciones del país tales como el Centro de Investigaciones en Óptica S. A. (CIO), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Azc), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y el Instituto Tecnológico de Chihuahua.

Experiencias Administrativas

2009–2010 **Coordinador de Área Básica Extensión Pénjamo**, Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS), Salamanca Gto. México.

Experiencias Docente

2009–A la **Profesor curricular**, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), unidad Azcapotzalco, México DF.
fecha
2009–2010 **Profesor de asignatura.**, División de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato campus Irapuato-Salamanca (DICIS), Salamanca Gto. México.
2010–A la **Profesor de asignatura., Maestría “Tecnologías de Información”.**, Centro Universitario de Negocios del Bajío (CUN Bajío), Salamanca Gto. México.
fecha

Producción Científica

Artículos en revistas con arbitraje de circulación Internacional

Geovanni Hernández-Gómez; Daniel Malacara-Doblado; Zacarías Malacara-Hernández; Daniel Malacara-Hernández; **“Modal Processing of Hartmann and Shack-Hartmann Patterns by Means of a Least Squares Fitting of the Transverse Aberrations”** Applied Optics 53 no. 31(2014) 7422 – 7434.

Geovanni Hernández-Gómez; Zacarías Malacara-Hernández; Rufino Díaz-Uribe; Daniel Malacara-Doblado; Daniel Malacara-Hernández; **“Modal Integration of Hartmann and Shack-Hartmann Patterns”** J. Opt. Soc. Am. A 31 no. 4 (2014) 846 – 851.

Geovanni Hernández-Gómez ; Zacarías Malacara-Hernández ; Daniel Malacara-Hernández; **“Hartmann Tests to Measure the Spherical and Cylindrical Curvatures and the Axis Orientation of Astigmatic Lenses or Optical Surfaces”** Applied Optics 53 no. 6 (2014) 1191 – 1199.

Memorias en extenso arbitradas en congresos internacionales

Geovanni Hernández; Martin Skorsetz; Pablo Artal; Juan M. Bueno; **“Combining Bessel beams and spherical aberration patterns to improve multiphoton imaging of thick samples”** Focus on Microscopy. (March 2015).

Geovanni Hernández-Gómez; Daniel Malacara-Doblado; Zacarías Malacara-Hernández; Rufino Díaz-Uribe; Daniel Malacara-Hernández; **“Some considerations on the integration methods for Hartmann and Hartmann-Shack patterns”** Proc. SPIE 8785, 8th Iberoamerican Optics Meeting and 11th Latin American Meeting on Optics, Lasers, and Applications, 878503 (November 18, 2013);

Rangel-Fonseca, Piero, Armando Gómez-Vieyra, Daniel Malacara-Hernández, Julio C. Estrada-Rico, and Geovanni Hernández-Gómez. **“Identification of retinal cells in in-vivo high resolution images.”** Proc. SPIE 8785, 8th Iberoamerican Optics Meeting and 11th Latin American Meeting on Optics, Lasers, and Applications, 87855X – 1. (November 18, 2013);

Geovanni Hernández-Gómez ; Zacarías Malacara-Hernández ; Daniel Malacara-Hernández; Armando Gómez-Vieyra; **“Hartmann and Hartmann-Shack spot identification and centroid evaluation by a new efficient segmentation and thresholding algorithm”** Proc. SPIE 8785, 8th Iberoamerican Optics Meeting and 11th Latin American Meeting on Optics, Lasers, and Applications, 87855Y (November 18, 2013);

G. Hernandez-Gomez, R. E. Sanchez-Yanez, V. Ayala-Ramirez, F. E. Correa-Tome, **“Natural Image Segmentation Using the CIELab Space”** Proc. 19th Int. Conf. Electronics Communications and Computers (CONIELECOMP 2009), pp. 107 – 110, Puebla, Mexico Feb. 26 – 28, 2009. (IEEE Computer Society Press ISBN-13: 978 – 0 – 7695 – 3587 – 6).

Presentación en Congreso Internacional

I. U. Cosme-Cisneros, G. A. Escamilla-Ruiz, D. Flores-Montoya, G. Hernández-Gómez and A. Gómez-Vieyra. , **“Instrument for recording Purkinje images”** ISEM SOI 2015 5th International Symposium on Experimental Mechanics and 9th Symposium on Optics in Industry, Guanajuato, Mexico.

Congresos Nacionales

G. Hernandez-Gomez, R. E. Sanchez-Yanez, **“Segmentación de imágenes naturales usando colores de referencia en el espacio CIELab”** PI2008: V Taller de Procesamiento de Imágenes, CIMAT Guanajuato, México, Agosto 21 y 22, 2008.

G. Hernandez-Gomez, R. E. Sanchez-Yanez, **“El color como propiedad fundamental para la segmentación de imágenes naturales”** en Premio A&T del 7mo. Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica Automatización y Tecnología 5, ITESM Monterrey, México, Marzo 25 – 28, 2009.

Invitación como sinodal a examen recepcional

Alan Morales Larraga

Matricula 209304500

Universidad Universidad Autonoma Metropolitana unidad Azcapotzalco (UAM)

Carrera Licenciatura en Ingeniería Física

Tema de tesis *Diseño de una esfera integradora basada en superficies reales no Lambertianas.*

Invitación como sinodal a examen recepcional

LSCA. Angélica Celio Manríquez

Maestría en Gestión competitiva de las estrategias virtuales.
Tecnologías de la Información

LSCA. Isabel Rodríguez Rivera

Maestría en Uso de las tecnologías de la información en la captura del formato para el registro de la atención pre-hospitalaria (FRAP).
Tecnologías de la Información

Becas

Beca para la Formación de Jóvenes Investigadores DIMPO de la Universidad de Guanajuato , (NUA 143318).

Becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México. , *Maestría*, (217518).

Becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México. , *Doctorado*, (206629).

Becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México. , *Beca Mixta 2014 - MZO2015 Movilidad en el Extranjero* , (290842).

Cursos

Visión por Computadora

Institución Instituto Tecnológico de Celaya.

Fecha Septiembre 2004.

Redes de Computadoras

Institución Instituto Tecnológico de Celaya.

Fecha Marzo 2006.

MatLab

Institución Rama Estudiantil UG-IEE Sección Guanajuato A. C. y la Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica.

Fecha Marzo 2007.

8th Summer School on Image and Robotic

Institución SSIR2007.

Fecha Junio 2007.

Planificación Probabilística de Trayectorias PRM

Institución Universidad de Guanajuato a través de la Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica.

Fecha Agosto 2007.

Juan I

↓

Lenguaje de Modelado UML

Institución Universidad de Guanajuato a través de la Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica.

Fecha Agosto 2007.

Estrategias Probabilísticas para la Exploración de Ambientes desconocidos

Institución Universidad de Guanajuato a través de la Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica.

Fecha Septiembre 2008.

Robótica Reactiva

Institución Universidad de Guanajuato a través de la Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica.

Fecha Septiembre 2008.

Java

Institución Universidad del Valle de Atemajac.

Fecha Diciembre 2008.

Gestión del currículum, didáctica y evaluación por competencias

Institución Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca División de Ingenierías.

Fecha Julio 2010.

Diseño curricular por competencias

Institución Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

Fecha Mayo 2010.

===== Habilidades informaticas

Lenguajes de Programación

C, C++, PHP, MatLab, Mathematica, Shell, Java, Adobe Illustrator, HTML, L^AT_EX, Linux, Arduino

Ofimática

OpenOffice, Microsoft Office

Sistemas Operativos

Windows, Unix, iOS

Propuesta de Pan de Trabajo

Profesor Visitante

Dr. Geovanni Hernández-Gómez.

Periodo Enero 2016 - Enero 2017

Título.

Desarrollo de técnicas avanzadas para el estudio del sistema óptico ojo humano utilizando tecnologías computacionales.

Resumen.

Se describe el conjunto de actividades propuestas para realizarlas en el laboratorio de Sistemas Complejos del Área de Física de Procesos Irreversibles adscrita al Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Este plan de trabajo tiene como principal objetivo dar continuidad y complementar el trabajo de Investigación Titulado "Estudio de las aberraciones en sistemas ópticos aplicados en ciencias de la visión" cuyo responsable es el Dr. Armando Gómez Vieyra quien es profesor investigador titular de tiempo completo contratado por tiempo indeterminado en la UAM-A. Las actividades propuestas serán realizadas con la participación de los integrantes del área de Física de Procesos Irreversibles, en especial con los integrantes del laboratorio de Sistemas Complejos. Además se describen las actividades académicas y de difusión que se realizarán durante esta estancia, apoyando principalmente las actividades del Departamento de Ciencias Básicas.

Objetivos.

El principal objetivo de esta propuesta es dar continuidad a las metas alcanzadas hasta el momento en la Universidad Autónoma de Metropolitana Unidad Azcapotzalco en las áreas de la óptica, enfocadas principalmente en la aplicación en las ciencias de la visión haciendo uso de sistemas computacionales para el desarrollo de nuevas tecnologías de última generación. Crear nuevas propuestas para enriquecer y actualizar los planes de estudios y programas sintéticos afines a mi disciplina. De la misma manera, se pretende impartir temas selectos como Óptica de Fourier, Procesamiento de Imágenes Biomédicas y Principios de Física Computacional, además de las UEA del Tronco General. Se pretende colaborar intensamente con los grupos temáticos de Instrumentación y Equipo, Laboratorio de Física Moderna, Óptica y Acústica, y Laboratorios Básicos de Física. Continuar con el diseño, equipamiento e implementación de nuevos laboratorios orientados principalmente a transmitir los conocimientos de las UEA mencionadas anteriormente. Ofrecer seminarios sobre los avances obtenidos de investigación así como ser parte de las actividades de divulgación donde sea requerido.

Docencia.

Se propone impartir y apoyar en las UEA como: Óptica, Ingeniería Óptica, Laboratorio de Óptica, Optoelectrónica, Imágenes, Principios de Diseño y Construcción de Equipo, así como proponer temas selectos como Óptica de Fourier, Procesamiento de Imágenes Biomédicas y Principios de Física Computacional, además de las UEA del Tronco General de Asignaturas.

Impulsar la actualización de los planes de estudios y contenidos sintéticos de las UEA mencionadas anteriormente. Impartir las UEA con el objetivo de fortalecer los conocimientos en sistemas computacionales, óptica, fotónica y UEA afines. Crear nuevos cursos que fomenten el conocimiento del uso y funcionamiento de sistemas computacionales en las diversas ramas de física computacional e instrumentación virtual.

En cada uno de los cursos se pretende proporcionar las bases en sistemas computacionales, instrumentación virtual, óptica geométrica, óptica física, propagación de haces, óptica de Fourier, óptica estadística y óptica del fotón, creando una nueva visión e inquietud al estudiante por cursar nuevas materias como: cristales fotónicos, guías de onda, opto-acústica, óptica del electrón, óptica no lineal, óptica ultrarrápida dispositivos de fibras ópticas, radiometría y fotometría (fuentes de luz y detectores), optoelectrónica, ingeniería óptica, resonadores y física de los láseres.

Durante la estancia propondré temas de investigación para la formación de recursos humanos en los niveles de licenciatura y posgrado. Los temas estarán ligados a mi línea de investigación así como a las áreas de trabajo del grupo y la de posibles colaboraciones con otras instituciones nacionales e internacionales.

Investigación.

a) Antecedentes.

El ojo humano ha sido tema de estudio durante muchos años, los avances alcanzados en esta ciencia han sido de gran importancia para aumentar la calidad de vida de los seres humanos. Una de las áreas más importantes a las cuales se enfoca esta ciencia es el estudio del problema del queratocono [1].

La queratometría se basa principalmente en el estudio de las curvaturas de una superficie convexa proporcional al tamaño de la imagen reflejada. En el año de 1796, el científico Ramsden [2] creó un telescopio para amplificar las imágenes reflejadas en la córnea para medir la curvatura corneal. Años más tarde en 1839, Kohlrausch [3] creó un telescopio con miras ajustables para medir la curvatura de la superficie anterior del ojo humano. En 1881, Javal y Shiotz [4] mejoraron el telescopio de Kohlrausch. Este modelo sirvió de base para oftalmómetros clínicos Haag-Strit usados en la actualidad.

Hoy en día, existen muchas pruebas que nos pueden ayudar a cuantificar las características de una superficie óptica [5] como pruebas basadas en análisis de franjas, la prueba de Foucault, la prueba de Ronchi y la prueba de Hartmann [6], por mencionar algunas. Con el

paso del tiempo y con la creación de nuevas tecnologías, las pruebas para medir las superficies ópticas han ido evolucionando a tal grado que ha sido posible la creación de dispositivos diseñados específicamente para realizar estas pruebas, tal es caso del sensor Hartmann-Shack [7].

La prueba de Hartmann fue creada a partir de la prueba de Tsherning en el año de 1900. En la prueba de Tsherning [6], se utiliza una pantalla de dos puntos, con la cual se podía obtener una medición de los defectos refractivos del ojo. Este principio fue utilizado por Hartmann para crear lo que hoy en día conocemos como la prueba de Hartmann.

La prueba de Hartmann [9-11] es una técnica sencilla de aplicar en la cual podemos obtener información de las pendientes de una superficie gracias a un arreglo de puntos proyectados sobre la superficie óptica bajo prueba. Midiendo la diferencia que existe entre la localización de los puntos generados por una superficie base y los creados por la superficie de prueba, obtenemos la medición de la aberración transversal de varias zonas de la superficie. Con esta información y haciendo uso de técnicas de integración, podemos generar una representación topográfica y analítica de la superficie de prueba [12-14].

La prueba básica de Hartmann está basada en generar una serie de puntos sobre la superficie de un espejo. Estos puntos son creados por una cubierta opaca formada con pequeños orificios que forman anillos concéntricos. Estos orificios son igualmente espaciados a lo largo un número de diámetros de la abertura circular del espejo como se muestra en la figura 1a. La configuración básica de la prueba de Hartmann empleada para la prueba de elementos ópticos se muestra en la Fig. 1b.

Con esta información y haciendo uso de técnicas de integración, podemos generar una representación topográfica y analítica de la superficie de prueba. Los métodos de integraciones Zonales se basan en la representación de los valores en zonas. El frente de onda es dividido en N sub-aperturas en donde la fase de cada sub-apertura es expresada mediante

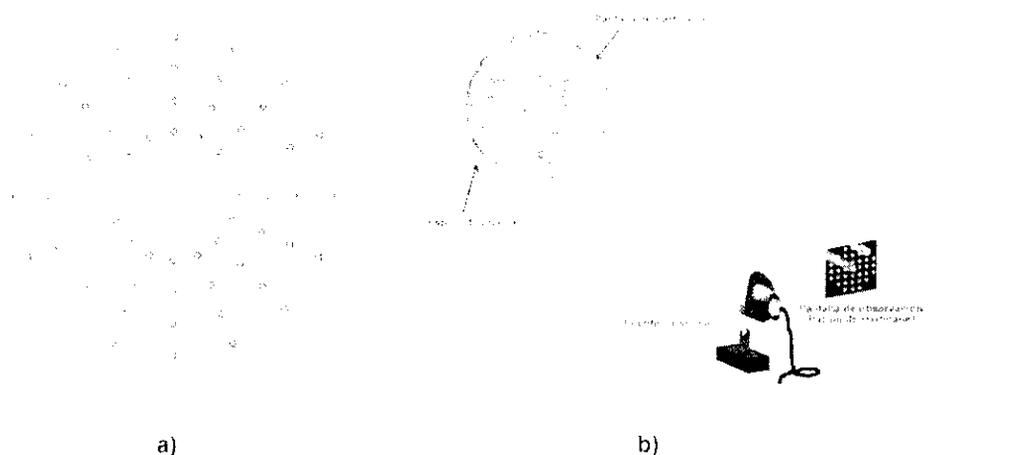


Fig 1.- Prueba de Hartmann a) Patrón con simetría radial y b) Principios de la prueba de Hartmann.

un valor de intensidad. Debido a esto, el frente de onda quedará representado por un conjunto de N sub-aperturas. Como se podría deducir, entre mayor sea el número de sub aperturas, mejor sería la representación obtenida por los métodos de integración zonal.

Por otro lado, la integración Modal se expresa en términos de los coeficientes de una expansión de polinomios ortogonales normalizados ($F_i(x)$) en una apertura circular sobre una pupila. Si representamos el frente de onda (W) como se muestra en la Ec. (1), la integración modal se calcula utilizando un vector de coeficientes de tal manera que el frente de onda pueda reconstruirse en cualquier parte de la pupila Ec. (2).

$$W(x) = \begin{cases} \frac{1}{\pi(1-x^2)} & (|x| \leq 1) \\ 0 & (|x| > 1) \end{cases} \quad \text{Ec. (1).}$$

$$\Phi(x) = \sum_{i=1}^N c_i F_i(x) \quad \text{Ec. (2).}$$

donde N es el número de modos utilizados en la base del polinomio, c son los coeficientes del polinomio a determinar y F es la función que representa la forma de la superficie, en donde comúnmente se utilizan los polinomios de Zernike.

Los polinomios de Zernike han sido estandarizados para tener una representación de las aberraciones ópticas presentes en una superficie. Descritas por Zernike en 1934 [5], los polinomios de Zernike son utilizados para describir una función de aberraciones de un sistema con una pupila circular de salida. Los polinomios de Zernike son ortogonales sobre un círculo unitario y son utilizados para describir el frente de onda (W) como se muestra en la Ec. (3).

$$W(\rho, \theta) = \sum_{n=0}^k \sum_{l=-n}^n c_{nl} R_n^{|l|} e^{il\theta} \quad \text{Ec. (3).}$$

donde c_{nl} son los coeficientes que dependen de la localización de los puntos objeto, n y l son enteros positivos que cumplen con la condición $n-l \geq 0$ y $n-l$ es par.

Una manera más de representarlos es utilizando la forma de Rimmer y Wyant [7],

$$W(\rho, \theta) = \sum_{n=0}^k \sum_{m=0}^n A_{nm} R_n^{n-2m} \begin{cases} \sin \\ \cos \end{cases} (n-2m)\theta, \quad \text{Ec. (4).}$$

donde, la función *seno* es empleada para los valores de $n-2m > 0$ y la función *coseno* $n-2m \leq 0$ y m está definido como:

$$m = \frac{n-l}{2} \quad \text{Ec. (5).}$$

Se han creado instrumentos, utilizando el principio de prueba de Hartman aplicada al sistema óptico humano, con los cuales es posible obtener información tanto de la primer superficie de la córnea como también del cristalino utilizando las imágenes de Purkinje [16-18].

Las imágenes de Purkinje se generan por reflexión sobre las distintas superficies del ojo humano y son creadas por las fuentes luminosas forman por reflexión sobre las superficies ópticas del ojo. El sistema óptico humano puede definirse como una esfera de 12 mm de radio (en promedio) con un abombamiento en su parte anterior, que forma un casquete esférico de 8 mm de radio. La separación de los orígenes de los radios es de 5 mm. En el interior, encontramos un lente biconvexo blando denominado cristalino rodeado de humor acuoso y humor vítreo. El conjunto de córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo constituyen el sistema de óptico que permite la formación de imágenes en la retina (Ver Fig. 2). El cristalino es un elemento en forma de lenteja que en conjunto con la córnea constituyen la parte más importante del sistema. El cristalino, evoluciona durante toda la vida formando nuevas capas superficiales, aumentando su espesor y diámetro.

Si el sistema óptico humano tiene una buena alineación con la fuente de luz, podemos ver la formación de cuatro imágenes debido a la reflexión de la luz sobre las diferentes interfaces presentes (Aire-Córnea, Córnea - Humor Acuoso, Humor Acuoso - Cristalino y Cristalino - Humor Vítreo). Las cuales dan la formación de las cuatro imágenes de Purkinje.

La primera imagen de Purkinje se forma sobre la primera superficie de la córnea (cara anterior). Por su formación es una imagen virtual, derecha y pequeña. Es una imagen virtual derecha y pequeña. Es la imagen con más intensidad debido a la diferencia de índices de refracción entre el aire y la córnea ($n_a=1.0$, $n_c=1.3771$). La segunda imagen se produce sobre la cara posterior de la córnea. Esta imagen tiene un tamaño similar a la primera imagen de Purkinje pero de poca intensidad debido a la diferencia de índices de intensidad entre la córnea y el humor acuoso ($n_{ha}=1.3374$) haciendo que esta imagen sea imperceptible. La tercera imagen se forma sobre la cara anterior del cristalino, el cual actúa como espejo convexo. Esta imagen es de mayor tamaño debido al radio de curvatura de la cara anterior

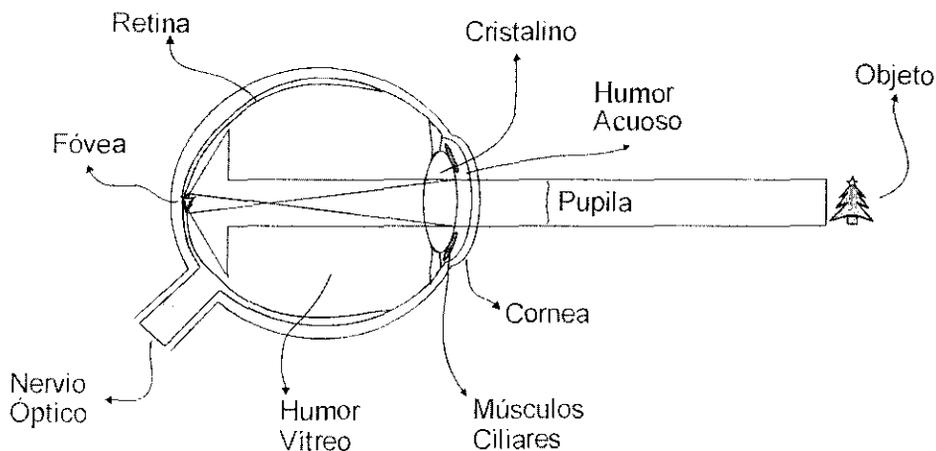


Fig 2.- Sistema óptico humano.

del cristalino es mayor que los de la córnea. Su intensidad es la más débil debido al mayor tamaño de la imagen y a la escasa diferencia entre índices de refracción y heterogeneidad del cristalino. La cuarta imagen se forma por reflexión sobre la cara posterior del cristalino que actúa como un espejo cóncavo por lo que se produce una imagen real e invertida. Su intensidad es mayor que el de la tercera y el tamaño es mejor que el de la primera (Ver figuras 3 y 4).

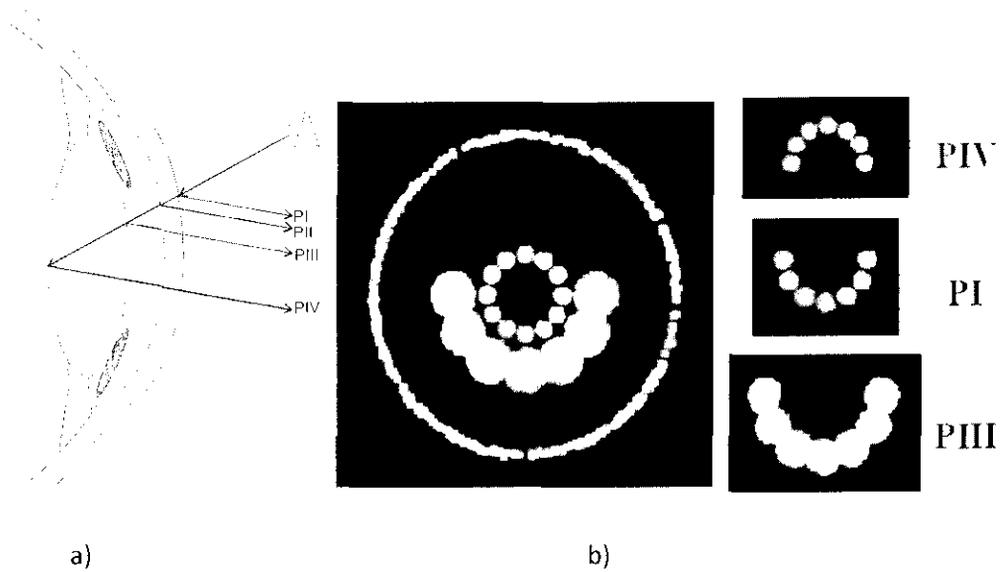


Fig. 3. Imágenes de Purkinje a) Diagrama de imágenes de Purkinje, b) Patrón de reflexión simulada de una fuente circular.

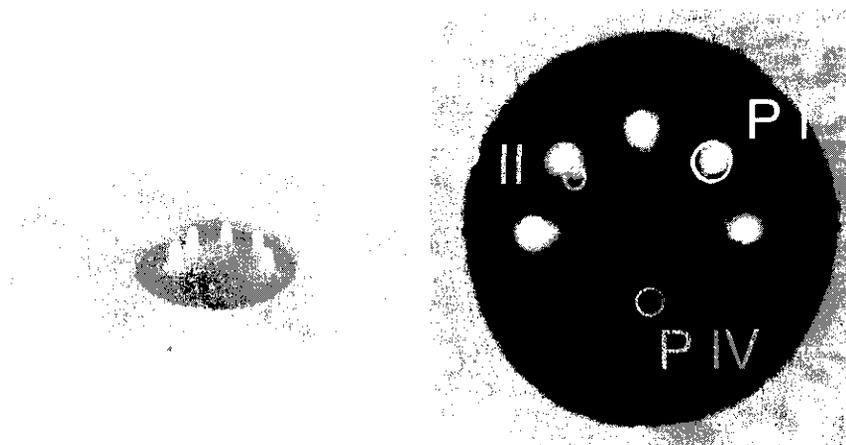


Fig. 4. Imágenes reales de Purkinje a) Diagrama de intensidades, b) Imágenes de Purkinje en sujeto joven.

En la Unidad Académica Azcapotzalco se ha comenzado a trabajar sobre esta área de la óptica con proyectos bajo la responsabilidad del Dr. Armando Gómez Vieyra, además, la UAM es una de las instituciones que forman parte del recién creado Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión (LNOV) con sede en la ciudad de León Guanajuato. El principal objetivo del LNOV, es desarrollar los modelos matemáticos, numéricos y experimentales que nos permitan comprender las implicaciones físicas de las aberraciones en sistemas ópticos biológicos así como de crear nuevos instrumentos que nos permitan obtener información sobre los diferentes elementos que conforman el sistema óptico humano. La idea fundamental de esta propuesta es fortalecer y seguir estudiando los modelos matemáticos y numéricos para el estudio de las aberraciones en sistemas biológicos, seguir creando nuevos instrumentos oftálmicos para el estudio de sistemas ópticos biológicos así como de enriquecer a toda la comunidad universitaria en el área de óptica clásica y todas sus ramificaciones como ingeniería óptica, metrología óptica, y biofísica.

b) Propuesta.

Se propone la creación de nuevos métodos para el análisis y reconstrucción de una topografía corneal para diferentes superficies ópticas biológicas generando sistemas de simulación y realizando experimentos en sistemas reales. Además, realizar el análisis de los datos y crear nuevos polinomios de análisis para diferentes sistemas ópticos tanto sintéticos como biológicos. Como sabemos, hoy en día es necesario explorar nuevas soluciones para la creación de nuevos instrumentos de medición de topografía corneal [15] y para la detección temprana de anomalías o enfermedades. Así pues, se propone impulsar el estudio del ojo humano en el área de la óptica.

c) Recursos necesarios.

Aprovechando la infraestructura disponible en el Departamento de Ciencias Básicas tales como el equipo de cómputo, sistemas de adquisición de imágenes y las licencias de software (Zemax, Matlab@ y Mathematica@, LabView@), es posible realizar gran parte de nuestra investigación.

Se propondrán proyectos para obtener recursos de entidades externas a la universidad (PROMEP y CONACyT (Ciencia básica e infraestructura)) para adquirir nueva infraestructura que nos permita realizar investigación de primer mundo además de realizar una comparación de resultados con dispositivos de manufactura propia con el propósito de mejorar los dispositivos existentes en el mercado y crear productos que en el futuro pudieran comercializarse a nivel internacional.

- [9]. Castellini, C., Francini, F., Tiribilli, B., "Hartmann test modification for measuring ophthalmic progressive lenses", *Appl. Opt.* 33, 4120-4124, (1994).
- [10]. Y. Mejía-Barbosa, and D. Malacara-Hernández, "Object Surface for Applying a Modified Hartmann Test to Measure Corneal Topography," *Appl. Opt.* 40, 5778-5786 (2001).
- [11]. S. Rios, E. Acosta and S. Bara, "Hartmann Sensing with Albrecht Grids," *Opt. Commun.* 133, 443-453 (1977).
- [12]. B. C. Platt, and R. V. Shack, "Lenticular Hartmann creen," *Opt. Sci. Newsl.*, 5, 15-16 (1971).
- [13]. R. Cubalchini, "Modal Wavefront Estimation from Phase Derivative Measurements," *J. Opt. Soc. Am.*, 69, 972-977 (1979).
- [14]. W. H. Southwell, "Wave-Front Estimation from Wave-Front Slope Measurements," *J. Opt. Soc. Am.*, 70, 998-1005 (1980).
- [15]. S. A Klein, "Corneal Topography Reconstruction Algorithm that Avoids the Skew Ray Ambiguity and the Skew Ray Error," *Optom. Vision Sci.* 74, 945-962 (1997).
- [16] Smith, G., & Garner, L. F. "Determination of the radius of curvature of the anterior lens surface from the Purkinje images". *Ophthalmic and Physiological Optics*, 16(2), 135-143. (1996).
- [17] Bucno, J. M., De Brouwere, D., Ginis, H., Sgouros, I., & Artal, P. (2007). Purkinje imaging system to measure anterior segment scattering in the human eye. *Optics Letters*, 32(23), 3447-3449.
- [18] Lee, E. C., Park, K. R., & Kim, J. "Fake iris detection by using purkinje image". In *Advances in biometrics* (pp. 397-403). Springer, Berlin. (2005).

Atentamente:


Dr. Geovanni Hernández-Gómez.