



Universidad del Valle

Efectos de la irradiación láser de baja potencia sobre tejidos blandos y cultivos celulares específicos de células normales y de cáncer

Investigador principal: Efraín Solarte Rodríguez

Coinvestigadores:

Oscar Gutiérrez,

Doris Hinestroza,

Héctor J. Martínez,

William D. Criollo.

Fecha de presentación del informe: Marzo de 2011

1. Identificación del proyecto:

1.1. Código del proyecto: 7745
1.2. Nombre del proyecto: <i>Efectos de la irradiación láser de baja potencia sobre tejidos blandos y cultivos celulares específicos de células normales y de cáncer</i>
1.3. Nombre del investigador principal: Efraín Solarte Rodríguez
1.4. Nombre de los coinvestigadores: Oscar Gutiérrez, Doris Hinestroza, Héctor J. Martínez, William D. Criollo.
2. Fecha de presentación del informe: Marzo de 2011
Fecha de inicio: Enero 2008
Fecha de terminación: Diciembre de 2010

1. Resumen:

En este proyecto se realizó el estudio de los efectos de la radiación láser, de varias longitudes de onda, y de luz casi monocromática producida por diodos emisores de luz (LED) sobre cultivos celulares específicos de células normales y anómalas (cáncer) y sobre las propiedades ópticas de algunos de los tejidos biológicos (blandos) que las contienen.

Los efectos biológicos y fisiológicos se estudiaron determinando los efectos de irradiaciones controladas sobre el crecimiento de cultivos celulares mediante métodos estándar de fluorescencia (Test XTT) y mediante observación microscópica de posibles efectos morfológicos sobre las células irradiadas. Se desarrolló un protocolo para los cultivos y para la irradiación de los mismos.

Por otra parte, se estudiaron los efectos ópticos de absorción y fluorescencia, producidos o inducidos por irradiación con láser o con LED, mediante la medición directa de los espectros de transmitancia y de fluorescencia de las muestras irradiadas, utilizando un espectrofotómetro miniatura, acoplado con fibra óptica.

Para el estudio de las propiedades de la propagación de la luz producida con fuentes láser en los tejidos blandos, fue diseñado un protocolo basado en fotografía digital y procesamiento de imagen sobre modelos físicos de estos sistemas, que permite estudiar la propagación de la luz en medios turbios y determinar las longitudes de atenuación. Estos estudios de imagen digital fueron complementados con medidas espectrales de transmitancia y reflectancia, tanto para haz colimado como para difuso, empleando para estas últimas mediciones un juego de esferas integradoras, se realizaron además medidas del índice de refracción de los modelos utilizando un refractómetro Abbe estándar. Finalmente, se hizo una modelación de los tejidos biológicos y se

simuló la propagación de la luz en medios turbios.

En este proyecto se formularon y terminaron tres (3) trabajos de grado en Física, tres (3) trabajos de especialización en Ortodoncia, un (1) trabajo de Investigación de Maestría en Física. Se formularon y están en desarrollo dos (2) trabajos de investigación de Maestría en Física y un (1) trabajo de Doctorado en Física. Se hicieron trece (13) presentaciones en eventos, cuatro (4) de ellas en eventos internacionales. Se escribieron cinco (5) publicaciones internacionales, cuatro ya publicadas y dos nacionales, sometidas a evaluación.

Abstract:

This project was conducted to study the effects of laser radiation, at multiple wavelengths, and of the almost monochromatic light produced by light emitting diodes (LED) on cell cultures of specific normal and abnormal cells (cancer), and some optical properties of biological tissues (soft) containing them.

Biological and physiological effects were studied by determining the controlled irradiation effects on the growth of the cellular cultures by using standard fluorescence methods (Test XTT) and by microscopic observation of morphological effects on the irradiated cells. A protocol for crops and irradiation of the samples was elaborated.

Furthermore, we studied the optical absorption and fluorescence, produced or induced by laser or LED irradiation, by direct measurement of the transmittance spectra and fluorescence of the irradiated samples using a Miniature spectrometer coupled with optical fibers.

To study the properties of laser light propagation in the soft tissues, a protocol, based on digital photography and image processing, was designed and applied on models of these physical systems. The protocol allows studying the beam spread in turbid media and allows determining the attenuation lengths. These digital imaging studies were complemented with spectral transmittance and reflectance measurements for both, collimated beam and diffuse light; to these latest measurements we perform standard optical measurements using a set of integrating spheres. Refraction index measurements were also carried of the models using a standard Abbe refractometer. Finally, we work on modeling of biological tissues to simulate the propagation of light in turbid media.

This project developed and completed three (3) works for the BSC in Physics, three (3) works for the specialization in orthodontics, and one (1) work for the MSc. in Physics. Two (2) Master's and one (1) Doctoral works in Physics were presented and are running. There were presented fourteen (13) presentations at events, four (4) of them in international events. We have written five (5) international papers, four (4) publicized and one submitted; we have submitted two national papers, still in evaluation process.

2. Informe de resultados:

- 1 Durante la realización de este proyecto se contó con la colaboración incondicional de los **Profesores Oscar Gutiérrez, William Criollo, Doris Hinestroza y Héctor J. Martínez.** con quienes se mantuvo contacto a lo largo del desarrollo de este proyecto y que tuvieron a su cargo la dirección o la asesoría de algunos de los trabajos realizados como Trabajos de grado (pregrado) o Trabajos de Investigación (Postgrado). El laboratorio que dirige el **Prof. Gutiérrez,** con su Cuarto Limpio, fue la base para el desarrollo de la parte de crecimiento de células y los procesos de irradiación de los cultivos obtenidos, y fueron asesores de los trabajos realizados por estudiantes, de la Especialización en Ortodoncia y los estudiantes de Pregrado en Física, que irradiaron cultivos celulares. Los profesores Hinestroza y Martínez tuvieron a su cargo la parte de diseño de métodos de cálculo y asesoraron al estudiante de maestría que tuvo a su cargo la modelación del proceso de propagación de luz en medios turbios.
- 2 Se adquirieron los equipos, implementos, reactivos, insumos y partes necesarias para realizar los cultivos celulares.
- 3 Se consiguió el equipamiento óptico necesario para realizar irradiación con láseres (He-Ne @ 632.28 nm; DPSSL: NdYAG @ 532 nm y DPSSL: Nd:YVO4 @ 473nm) y con fuentes LED y para realizar las mediciones espectroscópicas (espectrómetro de alta resolución), ópticas (Elementos ópticos, refractómetro, insumos) y fotográficas (cámara de alta resolución y computador).
- 4 Se adquirió el computador y el software necesario para realizar los cálculos de propagación de luz en medios turbios.
- 5 Se desarrolló y estableció un protocolo para la realización de cultivos celulares.
- 6 Se desarrolló un protocolo para producción de modelos físicos de medios turbios utilizando gelatinas comerciales.
- 7 Se desarrolló un protocolo para evaluación de parámetros ópticos de medios turbios mediante procesamiento de fotografías digitales.
- 8 Se desarrolló un software que permite calcular los perfiles de heces luminosos que se propaguen en medios turbios.
- 9 Se desarrolló un software que permite calcular la evolución de un pulso láser ultracorto en un medio dispersivo y con pérdidas.
- 10 Se realizaron tres (3) Trabajos de Especialización en Ortodoncia, sobre irradiación de células propias del sistema bucofaríngeo: Fibroblastos Gingivales y Peridontales, Osteoblastos y Pre-Osteoblastos. **“Estudio in vitro de la reacción de fibroblastos periodontales y gingivales al láser de baja intensidad”**, realizado por los estudiantes: *Angie Clarkson P. y Rodrigo López A.* **“Estudio in vitro de la reacción de osteoblastos humanos al láser de baja intensidad”**, realizado por los estudiantes: *Paola Castro y Mónica Morales;* y **“Estudio in vitro de la reacción de pre-osteoclastos humanos al láser de baja intensidad”**, realizado por los estudiantes: *Alejandro Casas y Ginna Bayona.* Estos trabajos fueron dirigidos por la Profesora **Ángela Domínguez C.** de la Escuela de Odontología de la Universidad y contaron con

- la asesoría directa de los profesores **Oscar Gutiérrez y William Criollo**; y el apoyo del estudiante de Física **Hernán Urrea B.**
- 11 Se concluyó, con recursos de este proyecto el trabajo de grado (1) del estudiante *Carlos Andrés Melo Luna* titulado: **“Estudio de la óptica de un microscopio confocal”**, que fue iniciado en la etapa preliminar de este proyecto. Este trabajo se consideró muy importante, no sólo porque permitió acopiar información sobre la técnica que fue muy útil a la hora de definir el equipo confocal que adquirió la Universidad, sino porque el arreglo confocal es de gran utilidad en numerosas aplicaciones biofótónicas y sus variaciones permiten diversas aplicaciones como por ejemplo el diseño de pinzas ópticas para manipulación de micro y nano-objetos, como las células.
 - 12 Se formularon y desarrollaron dentro de este proyecto dos (2) trabajos grado en Física: **“Efectos de la radiación de baja potencia sobre el crecimiento celular en cultivos de meningioma”**, realizado por el estudiante *Hernán Urrea Barón*; y **“Estudio de la fluorescencia en cultivos de células de meningioma”**, por la estudiante *Martha Lucia López González*. Estos trabajos fueron dirigidos por el Prof. E. Solarte y contaron con la asesoría y apoyo de los los profesores **Oscar Gutiérrez y William Criollo**.
 - 13 Se presentó, se sustentó y se aprobó el proyecto de tesis de doctorado (1) del estudiante *M.Sc. Oscar de Jesús Ramírez Góngora*, titulado: **“Estudio de la coherencia temporal de pulsos láser ultracortos utilizando supercontinuos de fibras fotónicas”**. Este trabajo de doctorado se consideró muy pertinente pues permite un paso más allá en el tratamiento de sistemas biológicos con luz. Las técnicas de pulsos ultra cortos han demostrado su gran utilidad no sólo por su efectividad (ligada a su energía), sino también porque causan muy poco daño, debido a su extremadamente corta duración. También es de interés este estudio debido a que este tipo de fuentes de pulsos permite mediciones resueltas en el tiempo. Este trabajo está en desarrollo y se realiza bajo la dirección del **Prof. E. Solarte**, con asesoría del **Prof. Hernando García** de la Universidad de Southern Illinois en Edwardsville, USA.
 - 14 Se presentó el proyecto, se realizó y se concluyó el trabajo de investigación de maestría **“Estudio experimental de la propagación de la luz en medios turbios”**, de la estudiante *Física Claudia Patricia Valdés Escobar*, el cual fue concluido y obtuvo la recomendación de Meritorio.
 - 15 Se presentó y se aprobó la realización del Trabajo de Investigación: **“Estudio y diseño de un sistema de pinzas ópticas para manipulación de objetos mesoscópicos”**, del estudiante *Físico Carlos Andrés Melo Luna*. Este trabajo de maestría tiene por objeto diseñar y construir un sistema de pinzas ópticas para aplicaciones biomédicas y en nanotecnología, en particular para manipulación celular. Este trabajo se realiza con dirección del **Prof. E. Solarte** y asesoría de los profesores **John H. Reina y William Criollo**. **El trabajo se encuentra en desarrollo.**
 - 16 **Está también en desarrollo** el trabajo de Investigación de Maestría: **“Estudio del problema inverso en la propagación de la luz en un medio heterogéneo”**, del Físico Boris Cabrera Barandica. Este trabajo se realiza con la dirección de la profesora Doris Hinestroza y al asesoría de los Prof. E. Solarte y H.J. Martínez.

Información de productos:

ARTICULOS:

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	Proceedings of SPIE, THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, ISSN 0277-786X, (2010) Vol. 7567, p. 75670C
Nombre Particular:	“Lateral scattered light used to study laser light propagation in turbid media phantoms”.
Ciudad y fechas:	Bellingham, WA, USA. (2010).
Participantes:	Claudia Valdés, Efraín Solarte.
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos
Formas organizativas:	Quantum Optics Group, Universidad del Valle, A.A. 25360, Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	Proceedings of SPIE, THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, ISSN 0277-786X, (2010) Vol. 7563, p. 756309
Nombre Particular:	“LED illumination effects on proliferation and survival of meningioma cellular cultures”.
Ciudad y fechas:	Bellingham, WA, USA. (2010).
Participantes:	Efraín Solarte ¹ , Hernán Urrea ¹ , William Criollo ² and Oscar Gutierrez ² .
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos
Formas organizativas:	¹ Quantum Optics Group, Universidad del Valle, A.A. 25360, Cali, Colombia. ² Health Basic Sciences School, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	J Oral Laser Applications; 8 : pp. 235-244, 2008
Nombre Particular:	“An <i>In vitro</i> Study of the Reaction of Periodontal and Gingival Fibroblast to low-level Laser Irradiation: A Pilot Study”
Ciudad y fechas:	London, United Kingdon, 2008
Participantes:	Ángela Domínguez C., Angie Clarkson P., Rodrigo López A.
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos. http://www.quintpub.com/journals/journals.php3
Formas organizativas:	Faculty of Dentistry, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	J. Oral Laser Applications; 9 : pp 21-28, 2009.
Nombre Particular:	“An <i>In Vitro</i> Study of the reaction of Human Osteoblasts to low-level Laser Irradiation”
Ciudad y fechas:	London, United Kingdon, 2008
Participantes:	Ángela Domínguez C., Paola Castro, Mónica Morales.
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos. http://www.quintpub.com/journals/journals.php3
Formas organizativas:	Faculty of Dentistry, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	Archives of Oral Biology. In press, 2011.
Nombre Particular:	“Study of the reaction of human pre-osteoclasts to low-level Laser Irradiation”
Ciudad y fechas:	NP
Participantes:	Ángela Domínguez C ¹ , William David Criollo ² , Alejandro Casas ¹ , Ginna Bayona ² .
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas:	¹ Faculty of Dentistry, Universidad del Valle, Cali, Colombia ² Health Basic Sciences School, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	Revista Estomatología. ISSN 0121-3873. En prensa, 2011.
Nombre Particular:	“Estandarización de un protocolo para irradiar cultivos celulares con láser de baja intensidad”
Ciudad y fechas:	NP
Participantes:	Ángela Domínguez C ¹ , William David Criollo ² .
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos
Formas organizativas:	1 Faculty of Dentistry, Universidad del Valle, Cali, Colombia. 2 Health Basic Sciences School, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.



Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	Enviado a la Rev. Col. Fis, Octubre de 2009.
Nombre Particular:	“Estudio experimental de la propagación de luz láser en medios con alto esparcimiento”
Ciudad y fechas:	NP
Participantes:	Claudia P. Valdés y Efrain Solarte
Sitio de información.:	NP
Formas organizativas:	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia

TESIS y TRABAJOS DE GRADO:

Tipo de producto:	TESIS DOCTORAL
Nombre General:	<i>Magíster Oscar de Jesús Ramírez Góngora</i>
Nombre Particular:	“Estudio de la coherencia temporal de pulsos láser ultracortos utilizando supercontinuos de fibras fotónicas”
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, Trabajo en desarrollo
Participantes:	Magíster Oscar de Jesús Ramírez Góngora ¹ , Doctorando Efrain Solarte Rodríguez ² , Director de Tesis Hernando García ³ , Asesor Internacional
Sitio de información.:	NP
Formas organizativas:	¹ Pontifica Universidad Javeriana, Cali, Colombia ² Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia. ³ Southern Illinois University, Edwardsville, IL, USA.

Tipo de producto:	Trabajo de Investigación Maestría
Nombre General:	<i>Claudia Patricia Valdés Escobar</i>
Nombre Particular:	“Estudio experimental de la propagación de la luz en medios turbios”
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, Enero 2011. TERMINADO
Participantes:	Fis. Claudia Patricia Valdes Escobar, Estudiante de MSc. Efrain Solarte Rodríguez , Director de Tesis
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos
Formas organizativas:	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Trabajo de Investigación Maestría
Nombre General:	<i>Boris Cabrera Barandica</i>
Nombre Particular:	“Estudio del problema inverso en la propagación de la luz en un medio heterogéneo”
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, Trabajo en desarrollo
Participantes:	Fis. Boris Cabrera B ¹ ., Estudiante de MSc. Efrain Solarte Rodriguez ¹ , Director de Tesis Doris Hinestroza ² , Codirectora
Sitio de información.:	NP
Formas organizativas:	1 Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia 2 Departamento de Matemáticas, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia

Tipo de producto:	Trabajo de Investigación Maestría
Nombre General:	<i>Carlos Andrés Melo Luna</i>
Nombre Particular:	“Estudio y diseño de un sistema de pinzas ópticas para manipulación de objetos mesoscópicos”
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, Trabajo en desarrollo
Participantes:	Fis. Carlos Andres Melo L., Estudiante de MSc. Efrain Solarte Rodriguez , Director de Tesis
Sitio de información.:	NP
Formas organizativas:	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia

Tipo de producto:	Trabajo de Investigación Especialidad
Nombre General:	<i>Angie Clarkson P., Rodrigo López A.</i>
Nombre Particular:	“Estudio in vitro de la reacción de fibroblastos periodontales y gingivales al láser de baja intensidad”
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 2008. TERMINADO
Participantes:	Angie Clarkson P ¹ , Rodrigo López A ¹ . Estudiantes de Especialización Ángela Domínguez C ¹ , Directora de Trabajo de investigación. William David Criollo ² , Asesor
Sitio de información.:	Especialización en Ortodoncia, Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	1 Escuela de Odontología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia 2 Escuela de Ciencias Básicas Medicas, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Trabajo de Investigación Especialidad
Nombre General:	<i>Paola Castro, Mónica Morales</i>
Nombre Particular:	“Estudio in vitro de la reacción de osteoblastos humanos al láser de baja intensidad”.
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 2009. TERMINADO
Participantes:	Paola Castro ¹ , Mónica Morales A ¹ . Estudiantes de Especialización Ángela Domínguez C ¹ , Directora de Trabajo de investigación. William David Criollo ² , Asesor
Sitio de información.:	Especialización en Ortodoncia, Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	1 Escuela de Odontología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia 2 Escuela de Ciencias Básicas Medicas, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Trabajo de Investigación Especialidad
Nombre General:	<i>Alejandro Casas - Ginna Bayona.</i>
Nombre Particular:	“Estudio in vitro de la reacción de pre-osteoclastos humanos al láser de baja intensidad”.
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 2010. TERMINADO
Participantes:	Alejandro Casas ¹ - Ginna Bayona ¹ . Estudiantes de Especialización Ángela Domínguez C ¹ , Directora de Trabajo de investigación. William David Criollo ² , Asesor
Sitio de información.:	Especialización en Ortodoncia, Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	1 Escuela de Odontología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia 2 Escuela de Ciencias Básicas Medicas, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Trabajo de Grado
Nombre General:	<i>Carlos Andrés Melo Luna</i>
Nombre Particular:	“Estudio de la óptica de un microscopio confocal”.
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 2008. TERMINADO
Participantes:	Carlos Andrés Melo L., Estudiante de Física Efrain Solarte Rodríguez, Director de Tesis
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia.



Tipo de producto:	Trabajo de Grado
Nombre General:	<i>Hernán Urrea Barón</i>
Nombre Particular:	“Efectos de la radiación de baja potencia sobre el crecimiento celular en cultivos de meningioma”.
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 2009. TERMINADO
Participantes:	Hernán Urrea Barón., Estudiante de Física Efrain Solarte Rodríguez , Director de Tesis
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Trabajo de Grado
Nombre General:	<i>Martha Lucia López González</i>
Nombre Particular:	“Estudio de la fluorescencia en cultivos de células de meningioma”.
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 2010. TERMINADO
Participantes:	Martha Lucia López González, Estudiante de Física Efrain Solarte Rodríguez, Director de Tesis
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia.

PARTICIPACION EN EVENTOS:

Tipo de producto:	Ponencia Evento Nacional
Nombre General:	XI Encuentro Nacional de Óptica.
Nombre Particular:	“Determinación experimental de las funciones de punto extendido y de transferencia óptica en un arreglo confocal”
Ciudad y fechas:	Pamplona, Colombia, 2008
Participantes:	Carlos Andrés Melo L., Efrain Solarte Rodríguez
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Ponencia Evento Nacional
Nombre General:	XI Encuentro Nacional de Óptica.
Nombre Particular:	“Estudio del problema inverso en la propagación de la luz en un medio heterogéneo”
Ciudad y fechas:	Pamplona, Colombia, 2008
Participantes:	Boris Cabrera B ¹ ., Efrain Solarte Rodríguez ¹ , Doris Hinestroza ² ,
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas:	1 Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia 2 Departamento de Matemáticas, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia

Tipo de producto:	Ponencia Evento Nacional
Nombre General:	XI Encuentro Nacional de Óptica.
Nombre Particular:	“Interferometría de baja coherencia para estudio de superficies y tejidos biológicos”
Ciudad y fechas:	Pamplona, Colombia, 2008
Participantes:	Claudia Patricia Valdes Escobar, Efrain Solarte Rodríguez
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos
Formas organizativas:	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Ponencia Evento Nacional
Nombre General:	XI Encuentro Nacional de Óptica.
Nombre Particular:	“Propagación de Luz Coherente en un Modelo de Tejido Blando”
Ciudad y fechas:	Pamplona, Colombia, 2008
Participantes:	Claudia Patricia Valdes Escobar, Efrain Solarte Rodríguez
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos
Formas organizativas:	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Ponencia Evento Nacional
Nombre General:	XI Encuentro Nacional de Óptica.
Nombre Particular:	“Efectos de la Radiación de Baja Potencia sobre el Crecimiento Celular en Cultivos de Meningioma”.
Ciudad y fechas:	Pamplona, Colombia, 2008
Participantes:	Hernán Urrea Barón ¹ , William Criollo ² , Efrain Solarte Rodríguez ¹
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	¹ Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia. ² Escuela de Ciencias Básicas Medicas, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Ponencia Evento Nacional
Nombre General:	<i>Martha Lucia López González</i>
Nombre Particular:	“Estudio de la fluorescencia inducida por luz laser de baja potencia en cultivos de células de meningioma.”.
Ciudad y fechas:	Pamplona, Colombia, 2008
Participantes:	Martha Lucia López González, ¹ William DA. Criollo ² , Efrain Solarte Rodríguez ¹
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	¹ Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia. ² Escuela de Ciencias Básicas Medicas, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Ponencia Evento Nacional
Nombre General:	XXIII Congreso Nacional de Física.
Nombre Particular:	“Estudio experimental de la propagación de luz láser en medios con alto esparcimiento”.
Ciudad y fechas:	Santa Marta, Colombia, 2009
Participantes:	Claudia Patricia Valdes Escobar, Efrain Solarte Rodríguez
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos
Formas organizativas:	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Ponencia Evento Nacional
Nombre General:	DECIMO SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES FACULTAD DE SALUD
Nombre Particular:	“Estudio in vitro de la reacción de osteoblastos humanos al láser de baja intensidad”.
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 2008.
Participantes:	Paola Castro ¹ , Mónica Morales A ¹ , Ángela Domínguez C ¹ , William David Criollo ²
Sitio de información.:	Especialización en Ortodoncia, Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	1 Escuela de Odontología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia 2 Escuela de Ciencias Básicas Medicas, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.



Tipo de producto:	Ponencia Evento Nacional
Nombre General:	DÉCIMO SEGUNDO SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES FACULTAD DE SALUD
Nombre Particular:	“Reacción de Pre-osteoclastos humanos, In-Vitro, al láser de baja intensidad”.
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 2010.
Participantes:	Alejandro Casas ¹ - Ginna Bayona ¹ , Ángela Domínguez C ¹ , William David Criollo ²
Sitio de información.:	Especialización en Ortodoncia, Biblioteca Central, Base de datos.
Formas organizativas	¹ Escuela de Odontología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia ² Escuela de Ciencias Básicas Medicas, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Ponencia Evento Internacional
Nombre General:	LAMP SEMINAR, Winter College on Micro and Nano Photonics for Life Sciences
Nombre Particular:	“Experimental studies and theoretical reconstruction of laser beam propagation in soft tissues and tissue phantoms”.
Ciudad y fechas:	ICTP, Trieste, 2008
Participantes:	Claudia Valdés, Efrain Solarte, Yolma Banguero, Boris Cabrera
Sitio de información.:	ICTP Library, Base de datos.
Formas organizativas	Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Ponencia Evento Internacional
Nombre General:	RIAO-OPTILAS 2010.
Nombre Particular:	“Emisión de fluorescencia en cultivos de células malignas irradiadas con diodos emisores de luz ultravioleta”.
Ciudad y fechas:	Lima, Perú, 2010
Participantes:	Efraín Solarte ¹ y Claudia P. Valdés ¹ , William Criollo ² y Oscar Gutiérrez ²
Sitio de información.:	Base de datos.
Formas organizativas	¹ Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia. ² Escuela de Ciencias Básicas Medicas, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.

Tipo de producto:	Ponencia Evento Internacional
Nombre General:	OPTICS &PHOTONICS BIOS2010
Nombre Particular:	“Lateral scattered light used to study laser light propagation in turbid media phantoms”. Proceedings of SPIE, (2010) Vol. 7567, p. 75670C
Ciudad y fechas:	San Francisco, CA. USA. (2010).
Participantes:	Claudia Valdés, Efraín Solarte.
Sitio de información.:	SPIE Digital Library, Biblioteca Central, Base de datos
Formas organizativas:	Quantum Optics Group, Universidad del Valle, A.A. 25360, Cali, Colombia.



Tipo de producto:	Ponencia Evento Internacional
Nombre General:	OPTICS &PHOTONICS BIOS2010
Nombre Particular:	“LED illumination effects on proliferation and survival of meningioma cellular cultures” . Proceedings of SPIE, (2010) Vol. 7563, p. 756309
Ciudad y fechas:	San Francisco, CA. USA. (2010).
Participantes:	Efrain Solarte ¹ , Hernan Urrea ¹ , William Criollo ² and Oscar Gutierrez ²
Sitio de información.:	Biblioteca Central, Base de datos
Formas organizativas:	¹ Quantum Optics Group, Universidad del Valle, A.A. 25360, Cali, Colombia. ² Health Basic Sciences School, Universidad del Valle, AA. 25360, Cali, Colombia.

3. Equipos:

Descripción de los equipos:

Equipo	Condición de uso	Servicio de Apoyo	Espacio
Nevera vertical REFRIMAG (1)	Conservación de células	Investigación	106-4025
Bomba de vacío QUALITY (1)	Limpieza y preservación de medios	Investigación	320-2011
Espectrofotómetro OCEAN OPTICS (1)	Medidas espectrales, transmitancia, reflectancia	Investigación	320-2011
Refractómetro ABBE (1)	Medición del índice de refracción	Investigación	320-2011
Workstation HP XW6600 (1)	Cálculo de la ecuación de transporte en medios turbios	Investigación	320-3018
HP mininote 110-1020 - UPS CDP (1)	UPS para la Workstation	Investigación	320-3018
Cámara digital CANON Powershot SX20 (2)	Fotografía de phantoms y de cultivos celulares	Investigación	320-2011 106-4025
Equipos de óptica y filtro (varias partes)	Montajes de irradiación, interferómetros, iluminadores	Investigación	320-2011
Materiales ópticos	Partes para desarrollo de sistemas ópticos e interferométricos	Investigación	320-2011

4. Impactos:

En este proyecto se desarrollaron varios protocolos, que permiten estandarizar las observaciones y las mediciones en el problema de la interacción entre la luz y las células o los tejidos. Se desarrolló, sobre técnicas estándar, un protocolo para la preparación de los cultivos que serán irradiados y de seguimiento del crecimiento del cultivo. Se desarrolló un protocolo para irradiar cultivos, así como otro para las mediciones. Se desarrollaron medios artificiales para simular el tejido humano blando y los protocolos para su fabricación y mantenimiento. Se amplió la aplicabilidad de un método fotográfico para estudiar el transporte de la luz dentro de medios con alto esparcimiento, se diseñó un sistema de pinzas ópticas. Se cultivaron así, diversos tipos de células, normales y tumorales, que fueron sometidos a irradiación con láseres de He-Ne @632.8 nm, DPSSL@532 nm, DPSSL@473nm, y una serie de LED que abarca desde NIR hasta UV. También se elaboraron modelos de gelatina para simular el tejido blando y se estudió, mediante técnicas de análisis de fotografía digital, el transporte de luz en medios turbios. La ventaja es que con los protocolos, se tienen procedimientos claros y precisos para la fabricación de los medios y de los cultivos. La irradiación de fibroblastos peridontales y gingivales con láser NIR (3.75 [J/cm²], @830nm) no presenta señales concretas de citotoxicidad, ni hay diferencias significativas entre el crecimiento de los cultivos irradiados y los cultivos de referencia. El

mismo protocolo de irradiación en Osteoblastos humanos normales muestra que este tipo de células es sensible a la aplicación de la luz láser, causándose un incremento en la tasa de crecimiento del cultivo.

Se realizaron cultivos de Meningioma y fueron sometidos al protocolo de irradiación con fuentes LED de siete (7) bandas de longitudes de onda diferentes: la banda blanca, rojo (640nm), naranja (590nm), verde (518nm), azul (470nm), violeta (395nm) y ultravioleta (380nm) con potencias de 0.250mW, 0.195mW, 0.550mW, 0.116mW, 0.300mW, 0.078mW y 0.047mW respectivamente y se dispuso la irradiación con dosis de 0.1, 0.05 y 0.025 J/cm² para todas las bandas mencionadas. Se diseñó un sistema para irradiación con los LED y otro montaje especial para irradiación con láser, que permite desplazar el haz de luz sobre la línea de pozuelos de cultivo. Como resultado de este procedimiento no se observó citotoxicidad para las bandas empleadas, pero se hallaron indicios de que cierta bandas, a ciertas dosis, pueden inhibir la proliferación celular, pero también se observó que las bandas amarilla y violeta, en dosis alrededor de 0.05 J/cm², incrementan la proliferación celular.

También se estudiaron los efectos de fluorescencia en cultivos de Meningioma Atípico iluminando las cajas de cultivo con 6 diodos superluminiscentes de colores blanco, violeta (420nm), azul (474nm), verde (527nm), amarillo (595nm), cuyas características de operación y estabilidad fueron previamente evaluadas. Para la irradiación y obtención de los espectros de fluorescencia en el cultivo celular, se diseñó una pieza metálica en cobre que acoplara todos los elementos: la caja del cultivo, la fuente y el sistema óptico de detección de la señal de fluorescencia; adicionalmente, se adaptó a esta pieza, un tornillo para el desplazamiento de la caja de cultivo, con el fin de realizar un barrido sobre toda la muestra y tomar datos espectrales en toda la superficie del cultivo, dejando la fuente y la fibra de detección fijas. Las medidas de fluorescencia muestran que este tipo de línea celular presenta fluorescencia entre los 500nm y 700nm utilizando una fuente de excitación en la banda del violeta. A este mismo tipo de muestras se les realizó la medida de reflectancia y transmitancia espectral usando como fuente de luz incidente un LED Blanco superluminiscente, se determinó la sección transversal de absorción y se logró determinar el valor del coeficiente de absorción, que dio como resultado el valor de $\mu_a=0.43\text{cm}^{-1}$.

Se elaboraron diferentes tipos de modelos físicos de medios con alto esparcimiento, con el fin de validar el método fotográfico de estudio de la propagación de luz láser en medios turbios. Este trabajo establece protocolos para la elaboración estéril de phantoms de bajo costo, de gran tamaño (10 cm lineales) y amplia durabilidad (mayor que 30 días). El protocolo de análisis fotográfico fue desarrollado en modelos de 10 cm de camino óptico, usando cámaras de más de 3 Mpíxeles y fue validado utilizando métodos ópticos estándar, en este caso mediante mediciones espectroscópicas usando esferas integradoras, y en phantoms de los mismos materiales pero contenidos en cubeta espectroscópica estándar de 1cm de camino óptico y 3.5 ml de capacidad. Los estudios de propagación de haces láser, se realizaron para los medios elaborados y con haces de He-Ne (632.8 nm), DPSSL:NdYAG (532 nm) y DPSSL:NdYVO₄ (473nm). Con potencias hasta 32mW.

Se estudió la propagación de luz láser mediante el método de luz lateral esparcida y se determinó la forma de los perfiles y sus parámetros. Los perfiles transversos conservan en el centro la distribución inicial y decaen exponencialmente a los lados, Los perfiles longitudinales reflejan el proceso de transferencia radiativa.

Los modelos preparados ricos en colágeno funcionaron como medios de alto scattering, brindando una herramienta de bajo costo para el estudio de la propagación de la luz.

Las medidas de índice de refracción indican que el medio tiene propiedades ópticas promedio comparables con las reportadas para tejidos reales.

Los estudios de propagación muestran diversos comportamientos que dependen de la longitud de onda de la luz y de su intensidad. Los perfiles de línea obtenidos se ajustan con coeficientes de correlación mayores del 97%.

Las medidas espectrales con esferas integradoras se tomaron con luz blanca y arrojan un coeficiente total de atenuación A 633 nm prácticamente igual al que se obtuvo con el método de imágenes digitales de la luz esparcida lateralmente cuando la fuente de iluminación era el láser de He-Ne; con un error del 0.3%.

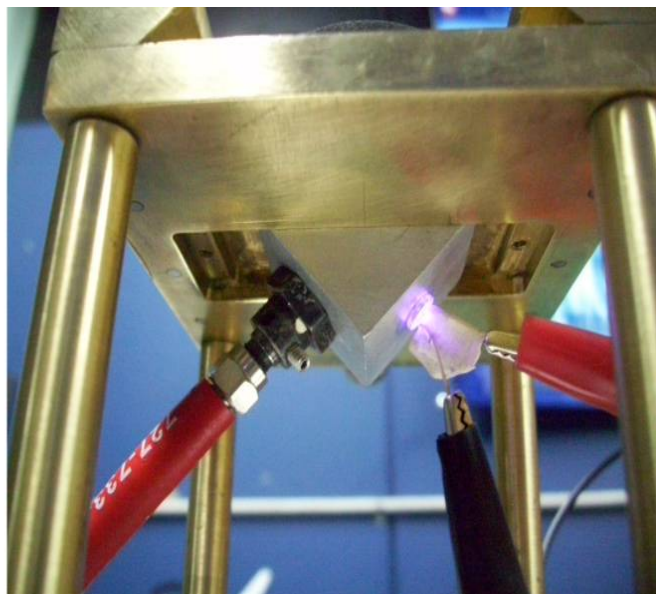
En el caso de la luz azul de 473 nm, se obtiene un coeficiente total de atenuación con un valor casi de la mitad del obtenido para la propagación de la luz de laser Nd:YAG a 473 nm. en caso no coincide posiblemente debido a una extrapolación del índice de refracción de las cubetas obtenida de la hoja técnica, que se incluyó en este cálculo. Además, con estas medidas se confirmó los phantoms de bajo costo producidos, se comportan como medios de alto esparcimiento.

Este proyecto ha sido muy provechoso,, pues además de la dotación de los laboratorios, se logró estudiar el efecto de la irradiación láser en fibroblastos, osteoblastos y menigionas, desarrollando las técnicas y permitiendo la realización de siete (7) trabajos finales para grado, un trabajo de maestría en Física, tres de especialización en Odontología y tres de pregrado en Física. Además, se estudió el comportamiento de la radiación y de los medios lográndose la producción de medios estériles con alto esparcimiento, en ellos se ensayó un nuevo método de imágenes para obtener los coeficientes ópticos del medio. Este método fue contrastado con medidas ópticas estándar con buenos resultados y excelente acuerdo para longitudes de onda grandes. Se concluyó un trabajo de maestría y continúan dos trabajos de maestría y uno de doctorado. Se continúan los trabajos en irradiación de otras células y el desarrollo de pinzas ópticas para manipulación celular.

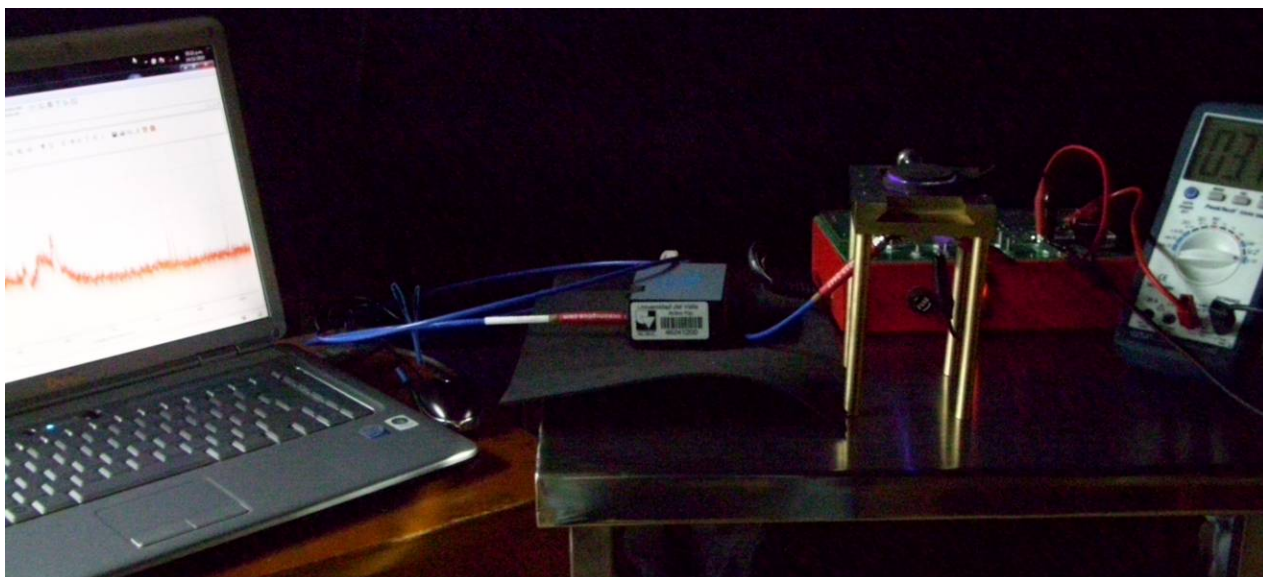


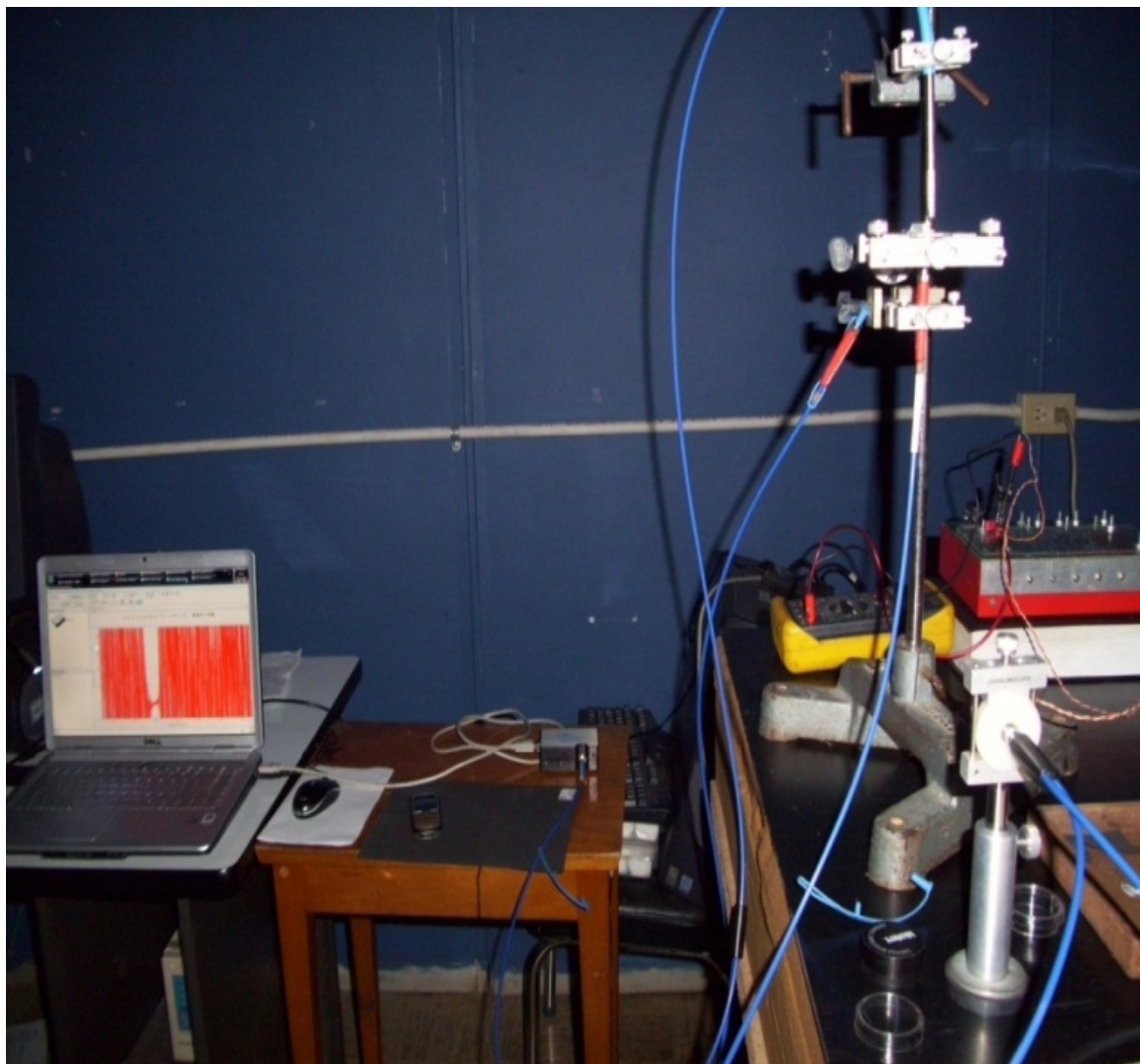
APÉNDICE I:

Montajes y Procedimientos Experimentales

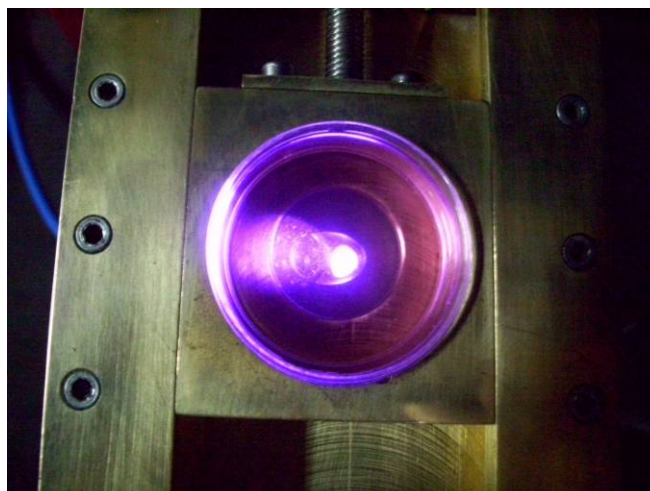


Sistema de irradiación y detección de fluorescencia en cultivos celulares

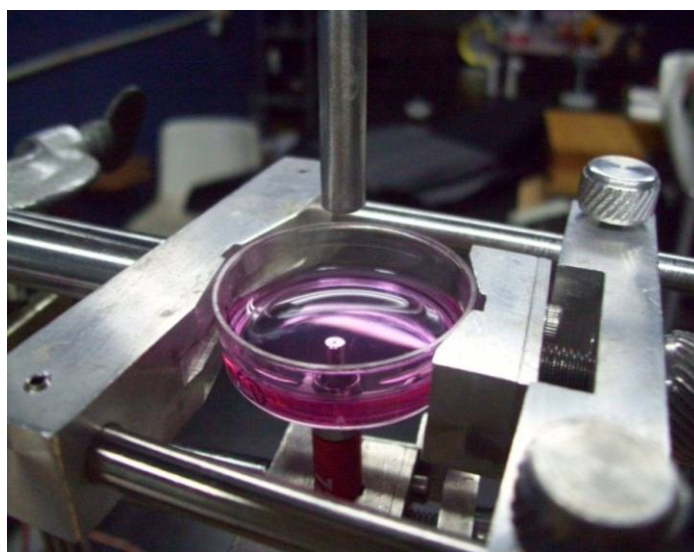




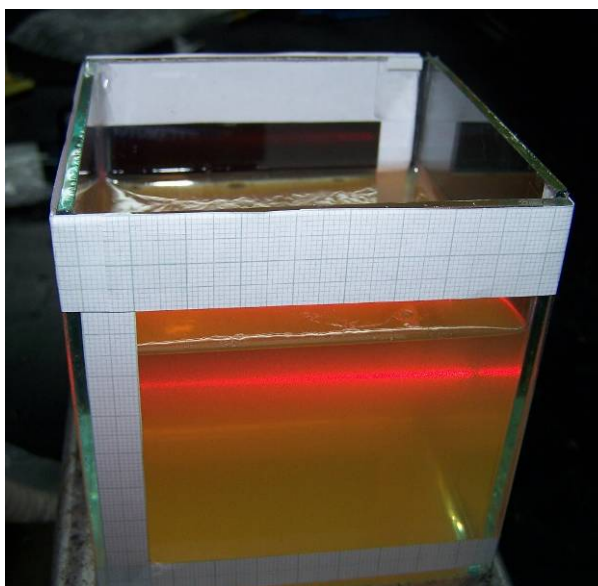
Montaje para medición de transmitancia en cultivos celulares



Detalle de un pozo de cultivo iluminado para detectar fluorescencia



Detalle de un pozo en el montaje de transmitancia y reflectancia

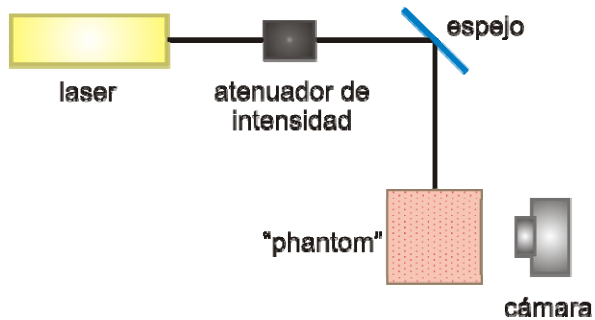


(a)

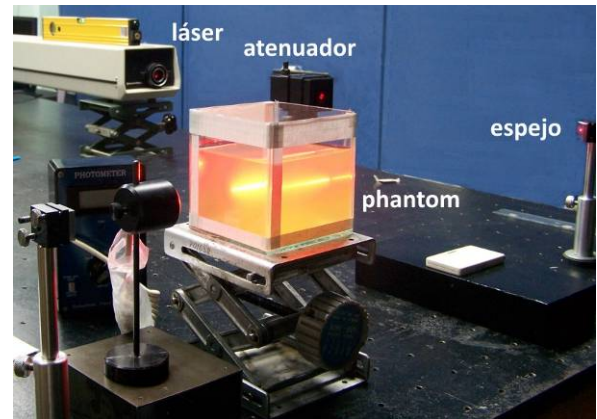


(b)

**Phantoms preparados en diferente recipiente:
(a) para estudio de propagación de luz y
(b) para estudios espectroscópicos**

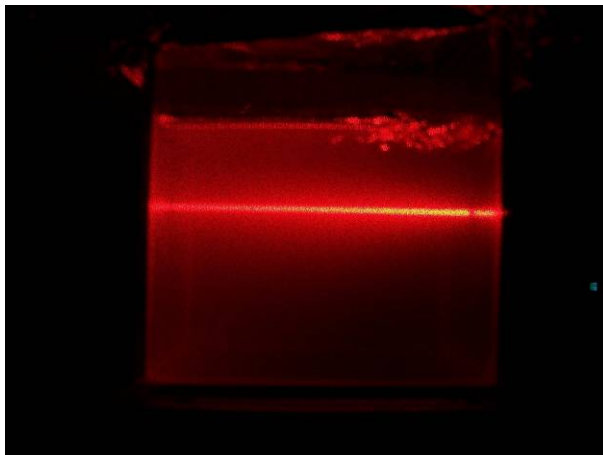


(a)

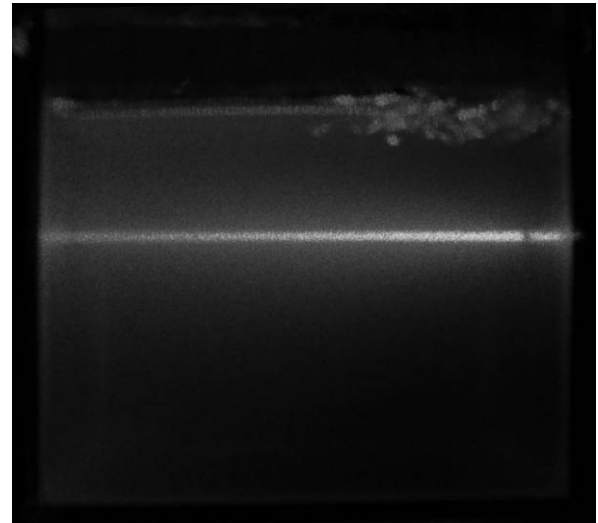


(b)

(a) Esquema del montaje utilizado en el estudio de propagación de luz en los modelos; (b) Montaje ensamblado en el laboratorio para iluminación con el láser de He-Ne.

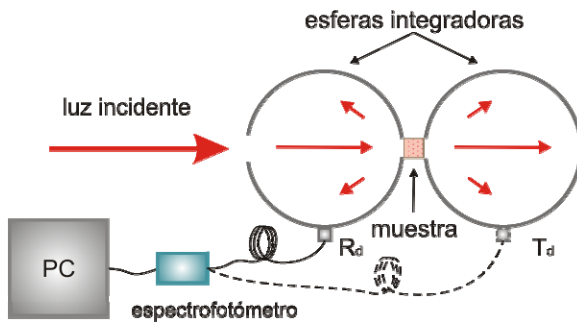


(a)

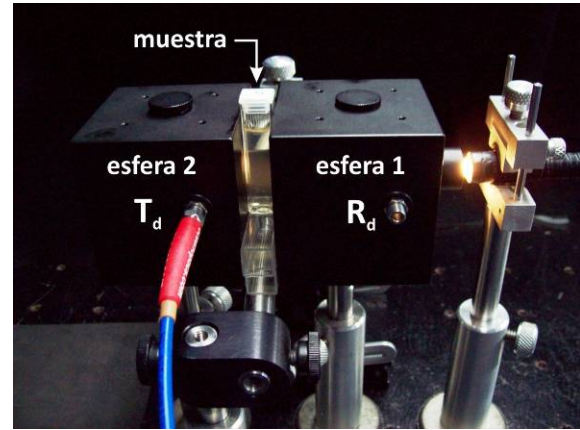


(b)

(a) Típica imagen de la luz esparcida lateralmente por un phantom; (b) Resultado del procesamiento de imágenes aplicado a la imagen (a).



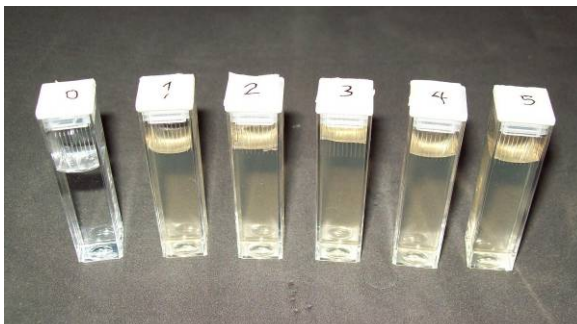
(a)



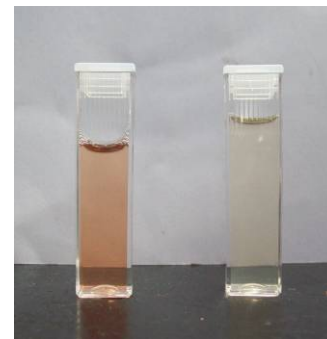
(b)

(a) Esquema del montaje de esferas integradoras para la medida de Refectancia y Transmitancia difusa (R_d y T_d)

(b) Detalle del arreglo donde se observa la fibra acoplada a la segunda esfera para la medida de T_d .

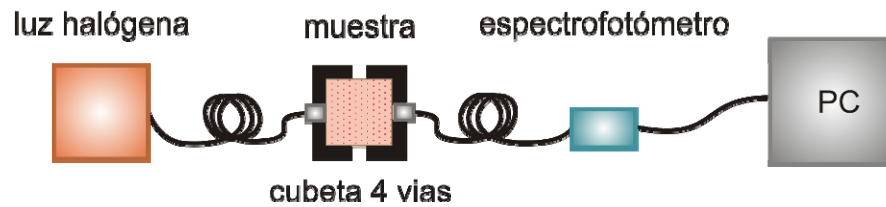


(a)

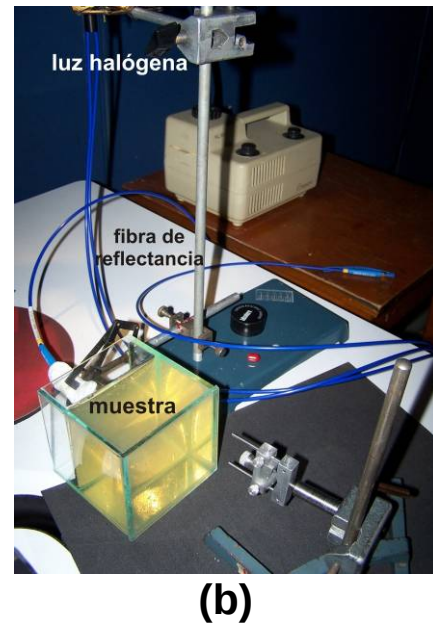
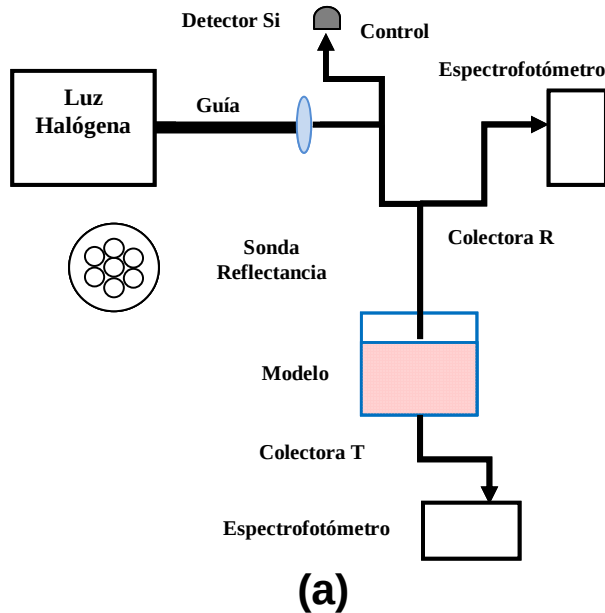


(b)

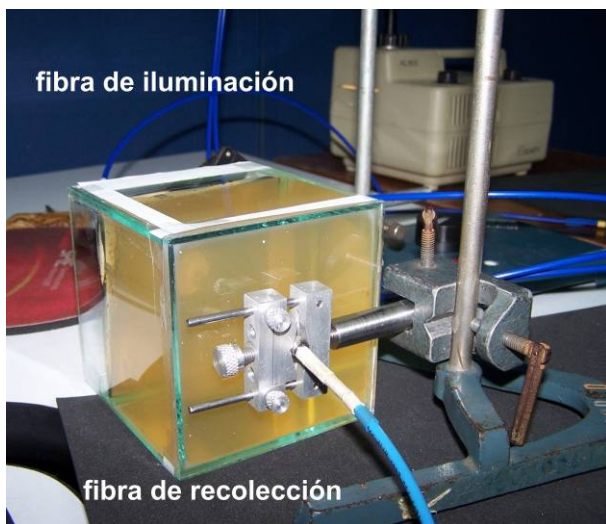
(a) Phantoms preparados en cubetas de acrílico y cubeta de referencia con agua; (b) Cubetas phantom según protocolo y phantom con adición de tinta (izquierda).



Esquema del arreglo experimental utilizado en la medición de Transmitancia colimada.



(a) Esquema del montaje experimental para mediciones espectroscópicas (b) Detalle del arreglo para medidas de reflectancia de los phantoms.



(a)

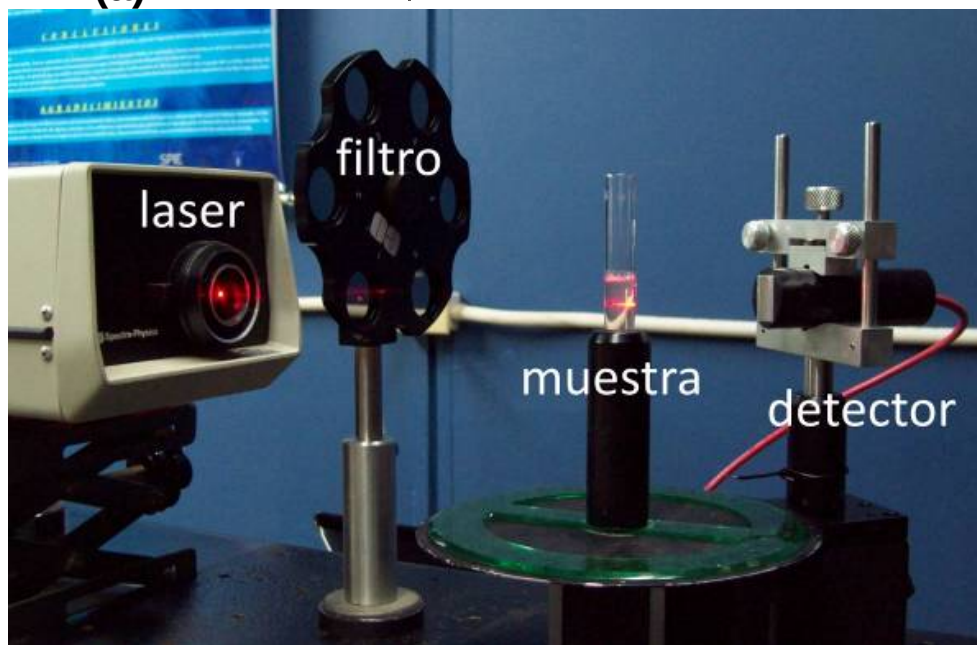
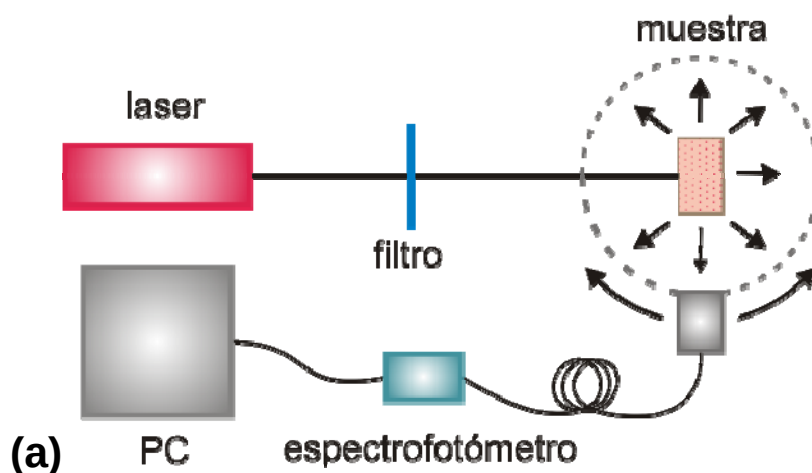


(b)

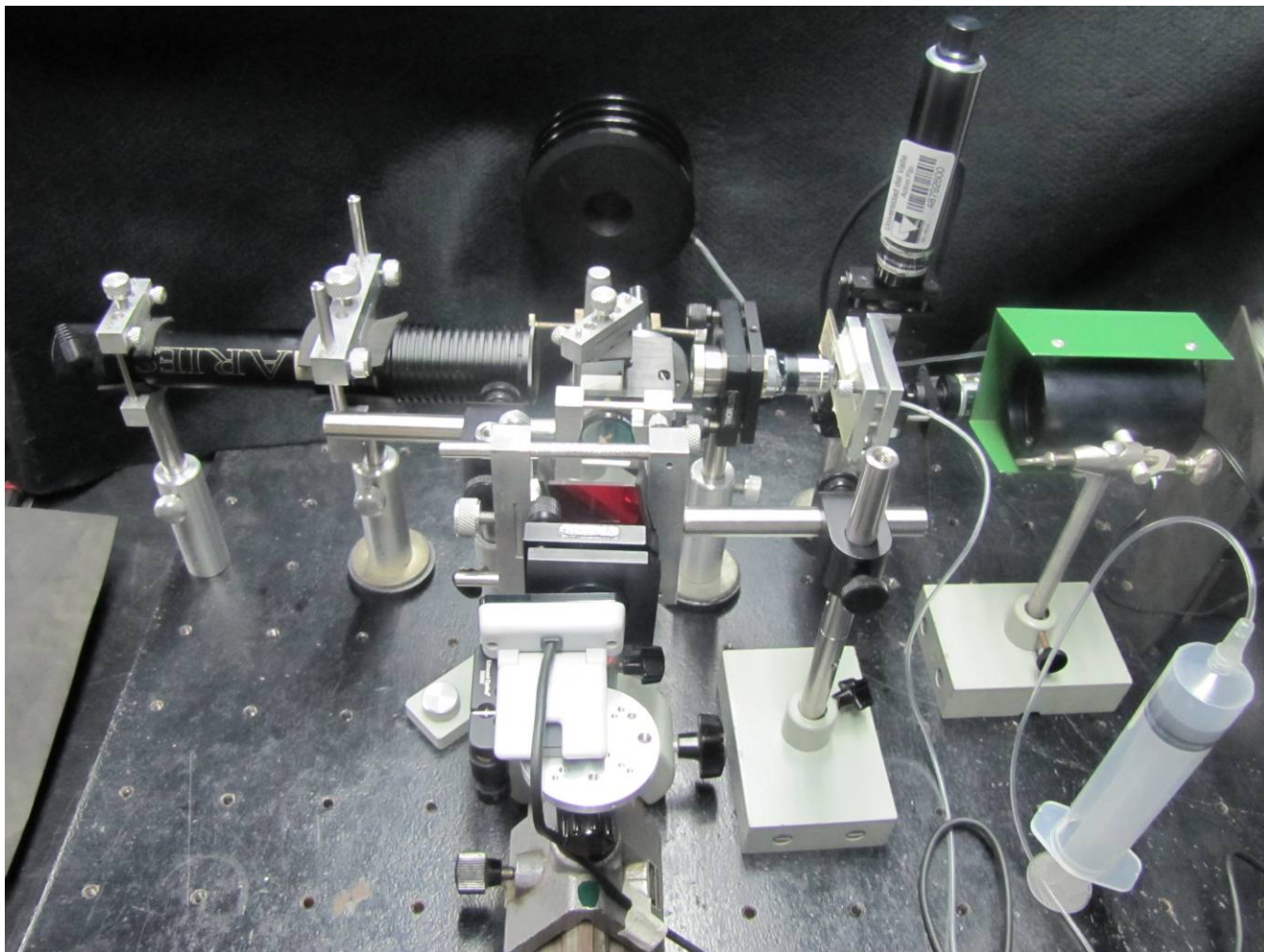
(a) Detalle del arreglo de fibras para la medida de transmitancia de los phantoms (b) Montaje para la medida de fluorescencia de los phantoms



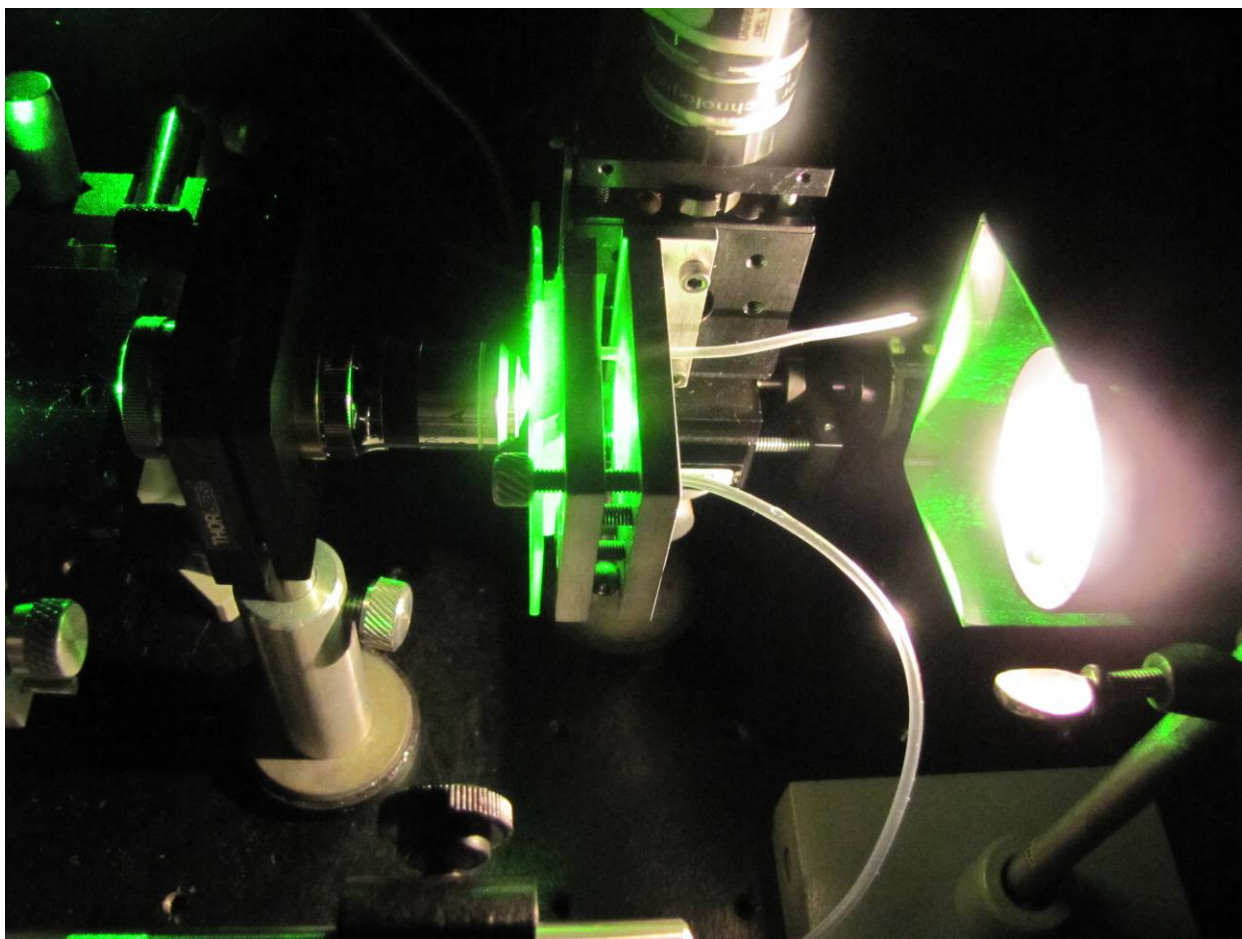
Refractómetro de Abbe estándar utilizado en la medida del índice de refracción de los phantoms.



(a) Esquema del montaje experimental para la medida angular de luz esparcida. (b) Arreglo utilizado en el laboratorio para las mediciones.



Vista global del montaje de pinzas ópticas

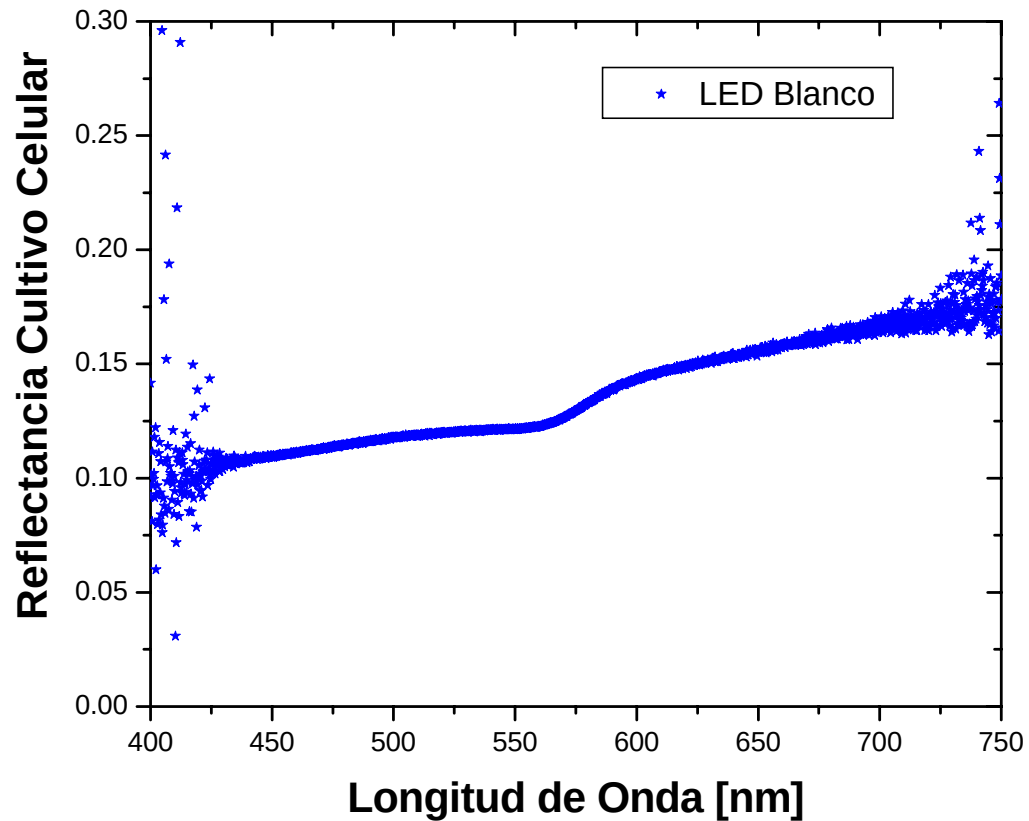


Vista de la cámara de fluido y del objetivo de captura

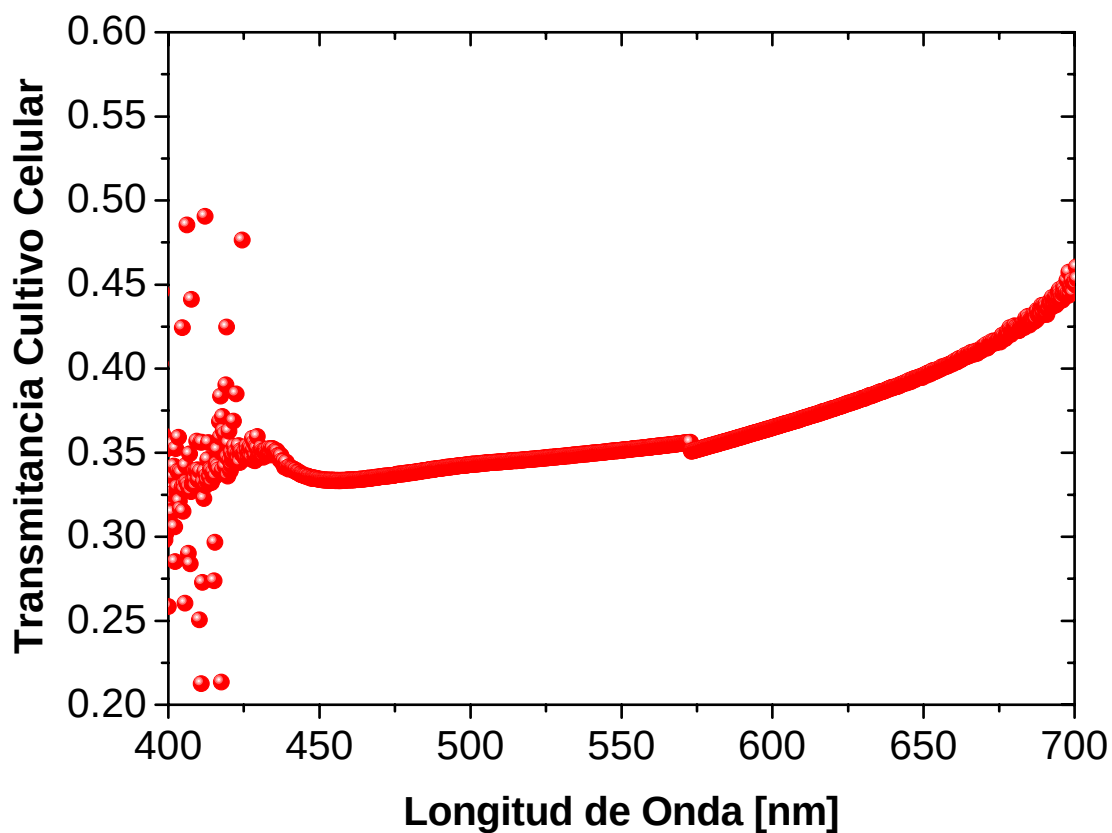


APÉNDICE II:

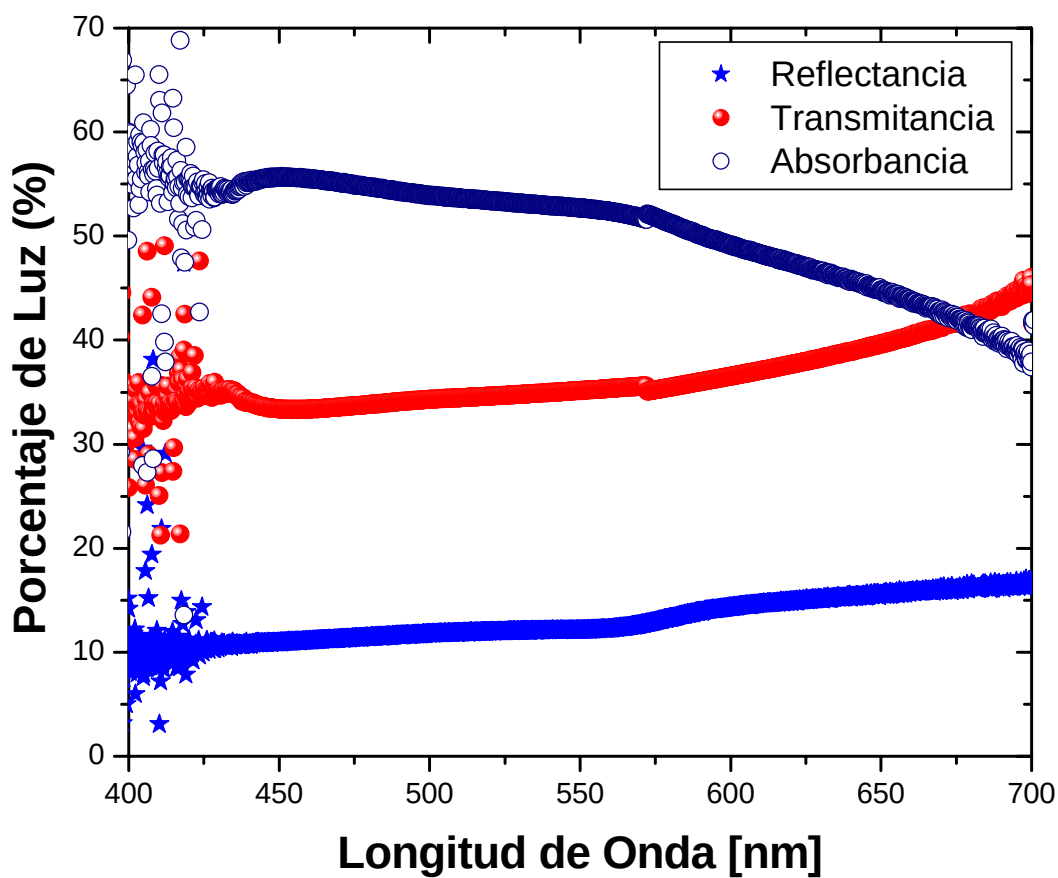
RESULTADOS



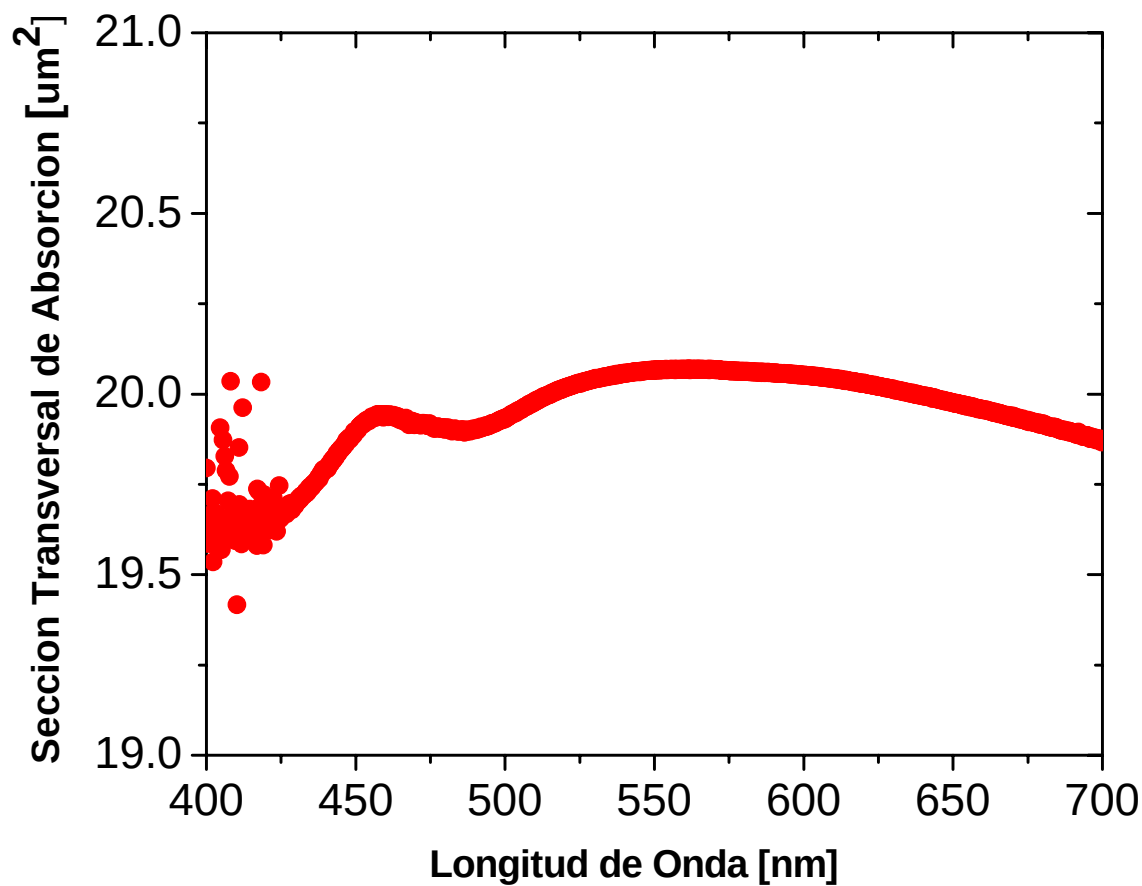
**Reflectancia del cultivo celular de Meningiomas
iluminado con LED Blanco.**



**Transmitancia del cultivo celular de Meningiomas
iluminado con LED Blanco.**

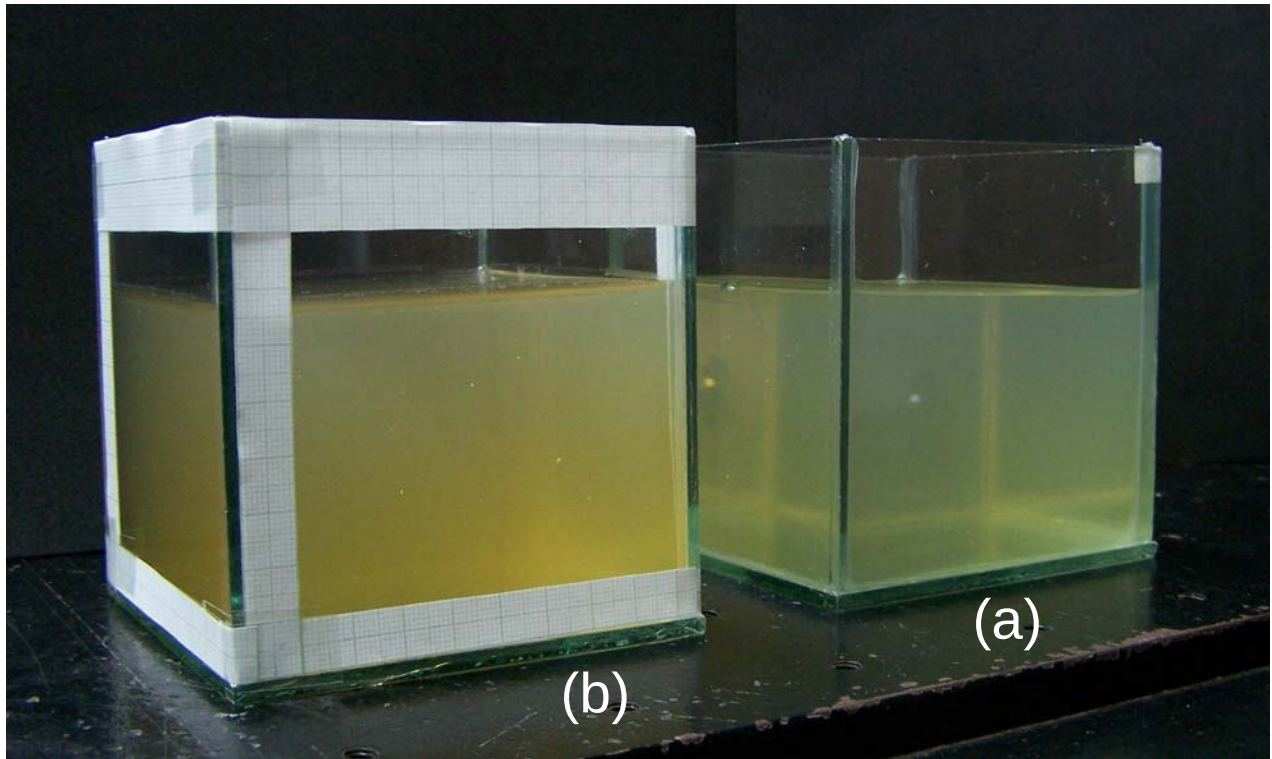


Determinación de la Absorbancia del cultivo

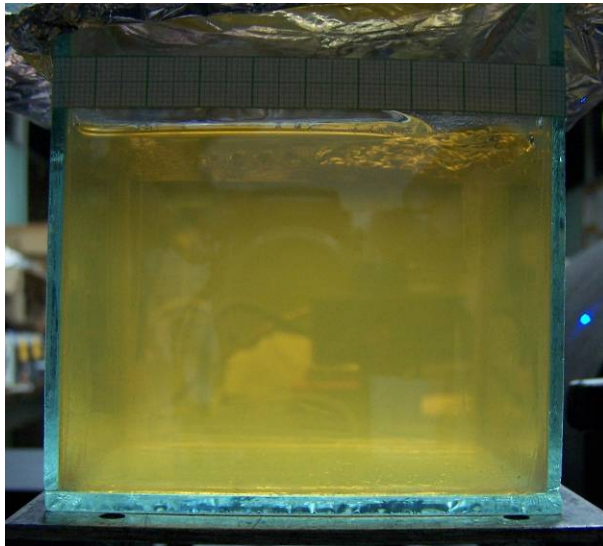


Determinación de la sección transversal de absorción para el cultivo de
Meningioma

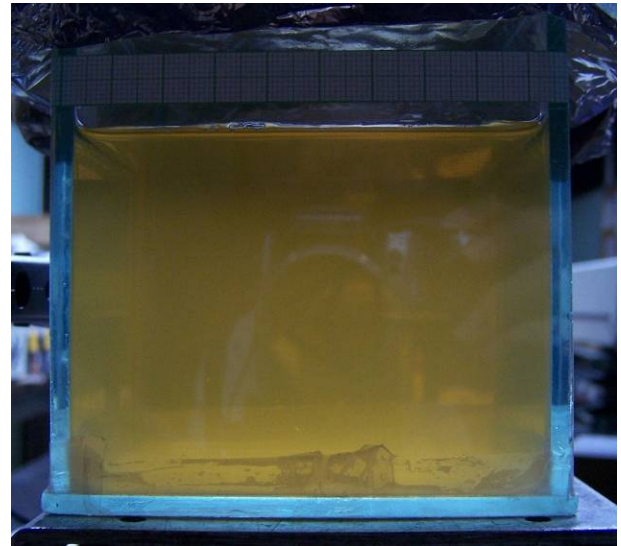
Estudios de propagación



Phantoms preparados con dos marcas diferentes de gelatina.

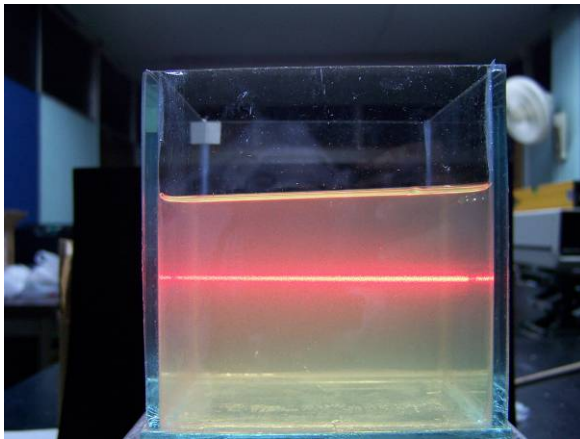


(a)

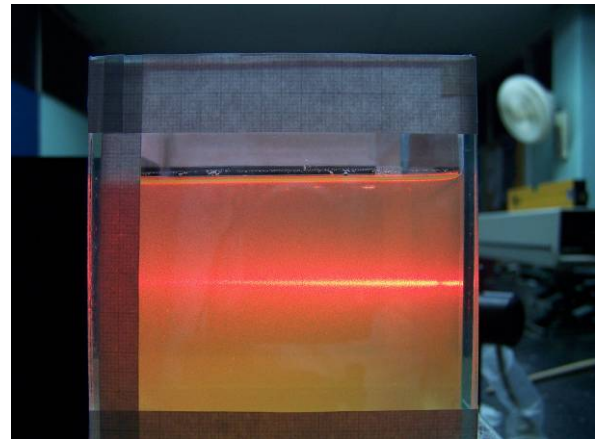


(b)

(a) Phantom (b1) preparado con gelatina marca b;
(b) Phantom preparado con gelatina marca c.



(a)

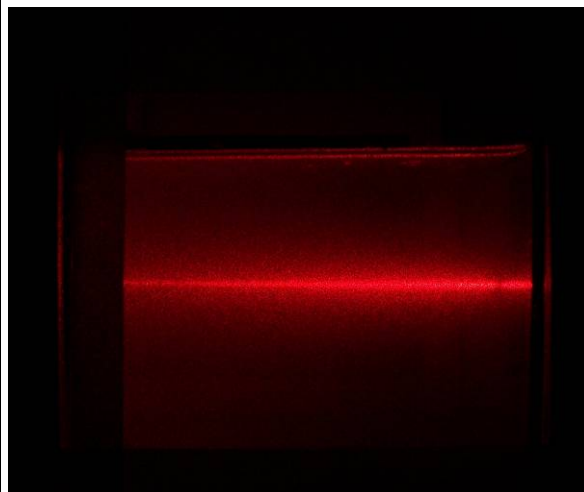


(b)

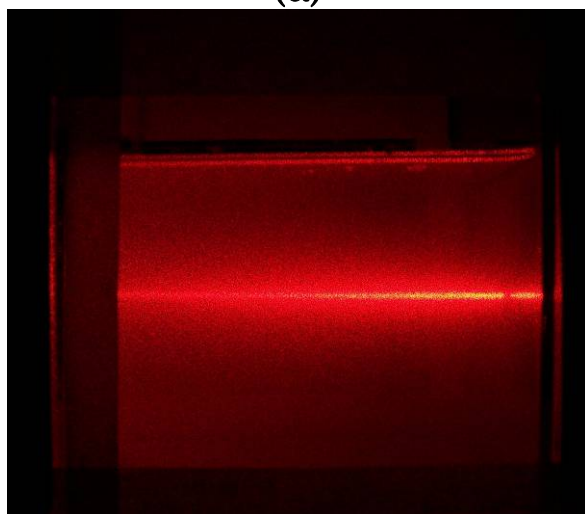
Propagación de haz laser de He-Ne en los modelos mostrados en la figura anterior



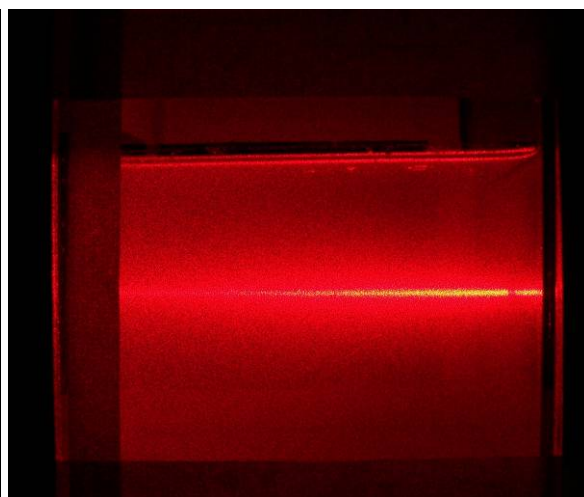
(a)



(b)

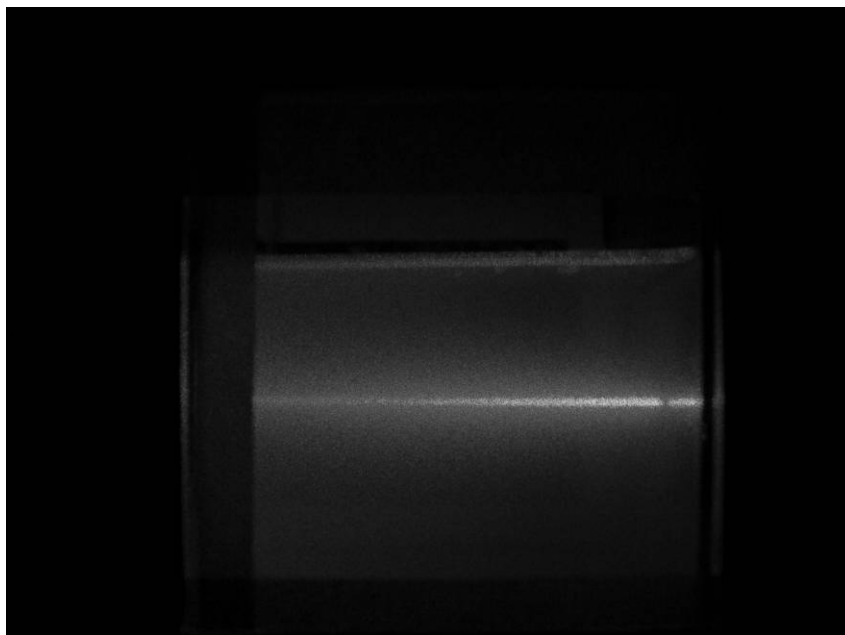


(c)

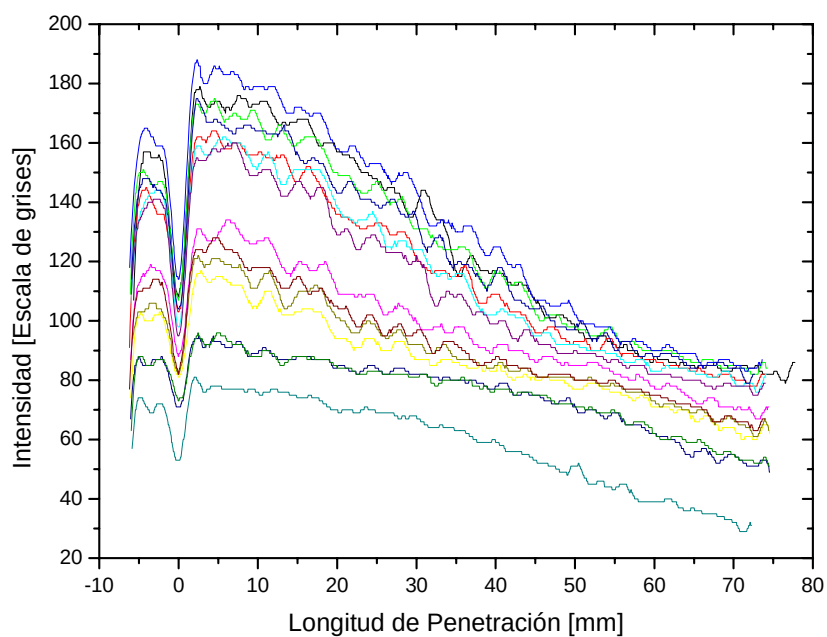


(d)

Fotografías de la luz esparcida lateralmente por el modelo para algunas potencias de salida del láser. (a) 0.53 mW (b) 4.28 mW (c) 8.21 mW (d) 13.74 mW.

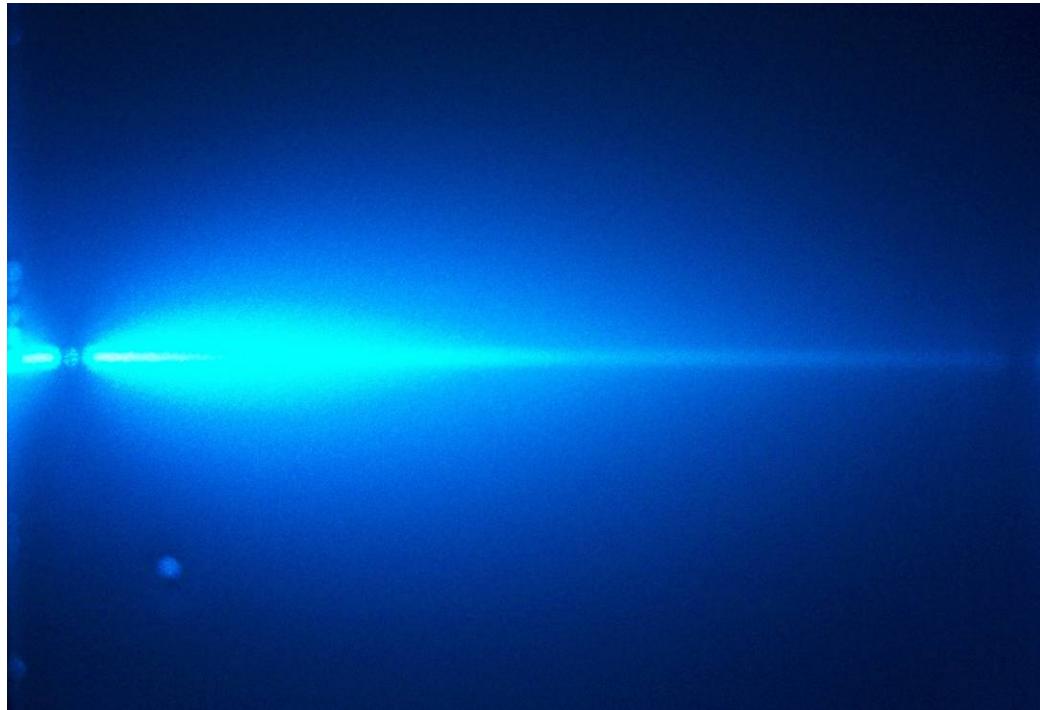


(a)

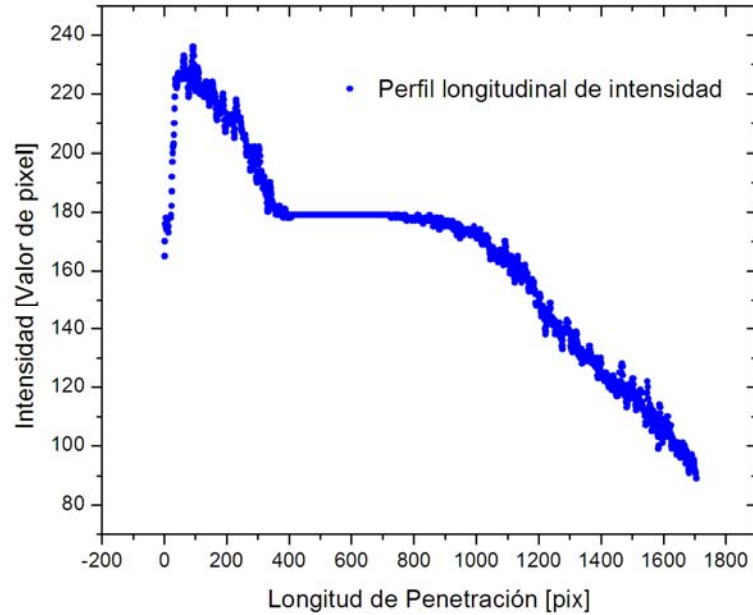


(b)

- (a) Resultado típico del procesamiento de imágenes**
(b) Perfiles longitudinales a medida que se propaga en el medio para diferentes potencias.

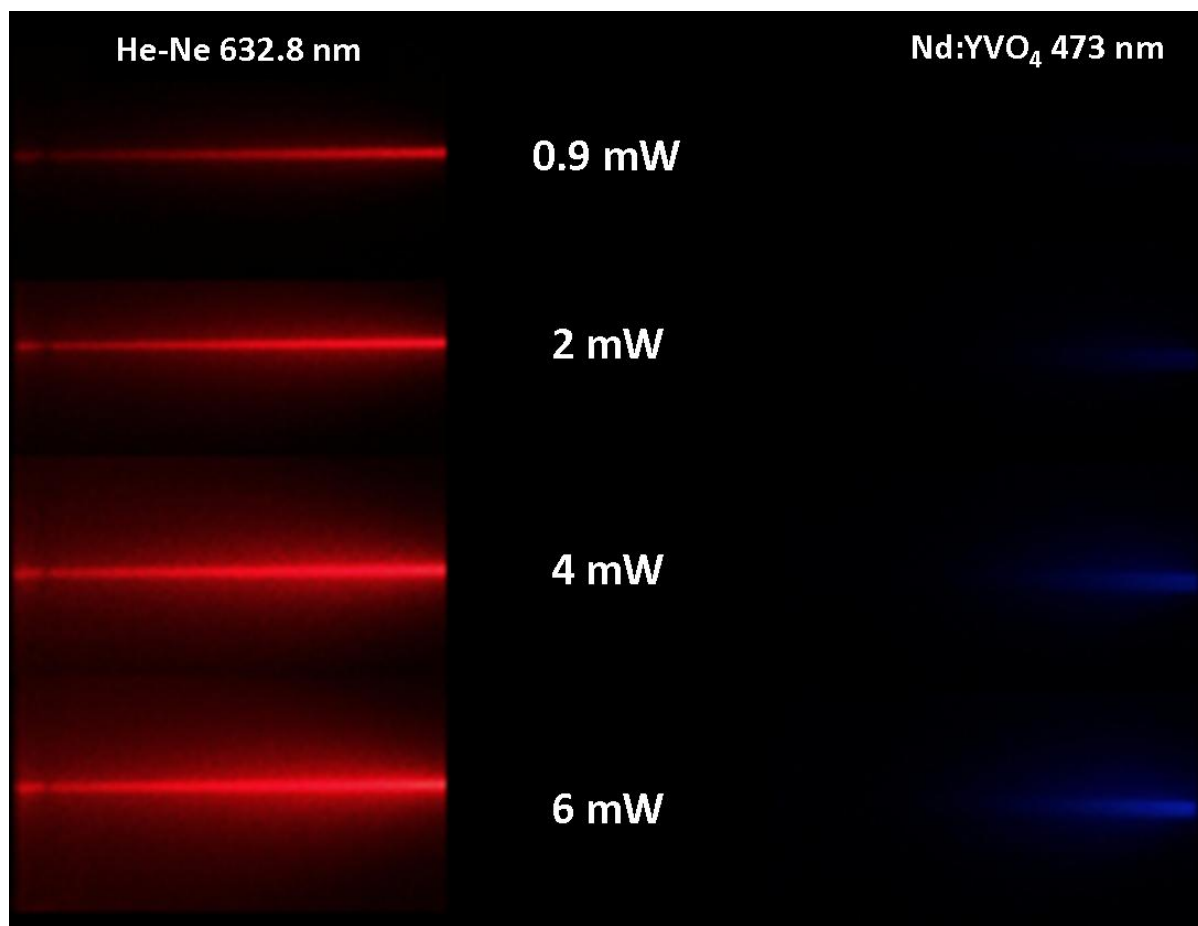


(a)

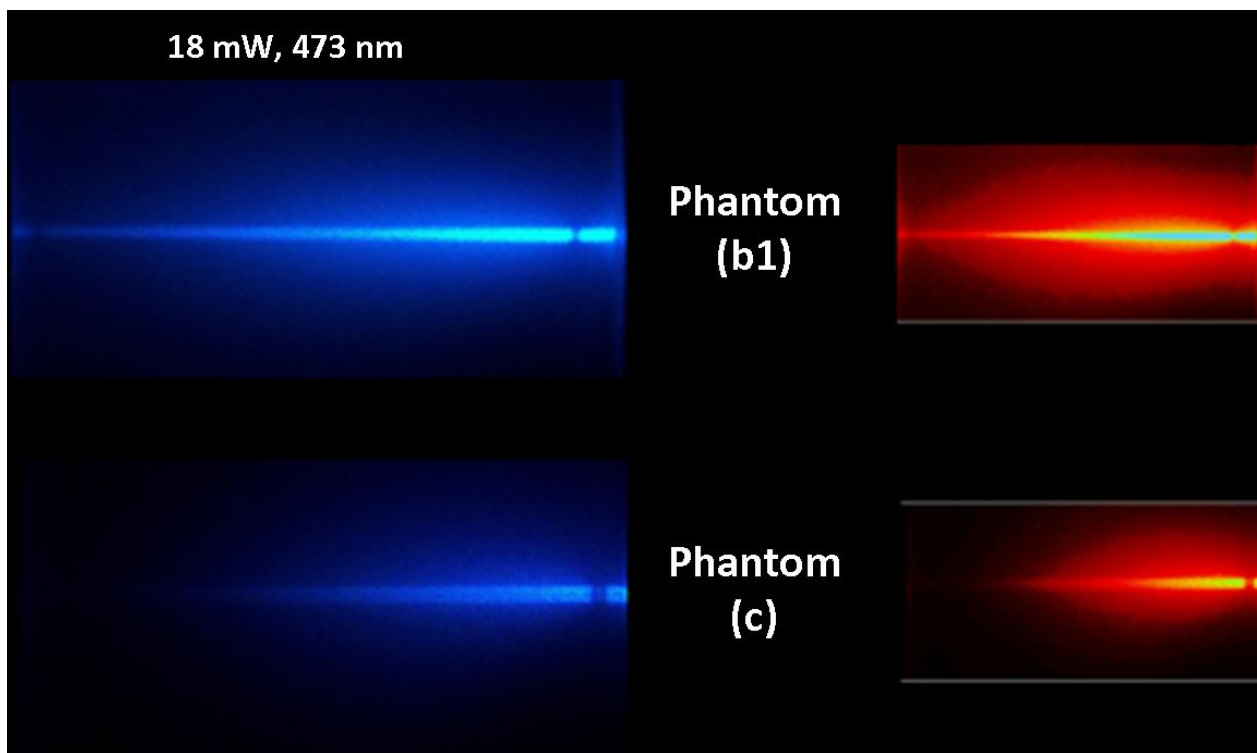


(b)

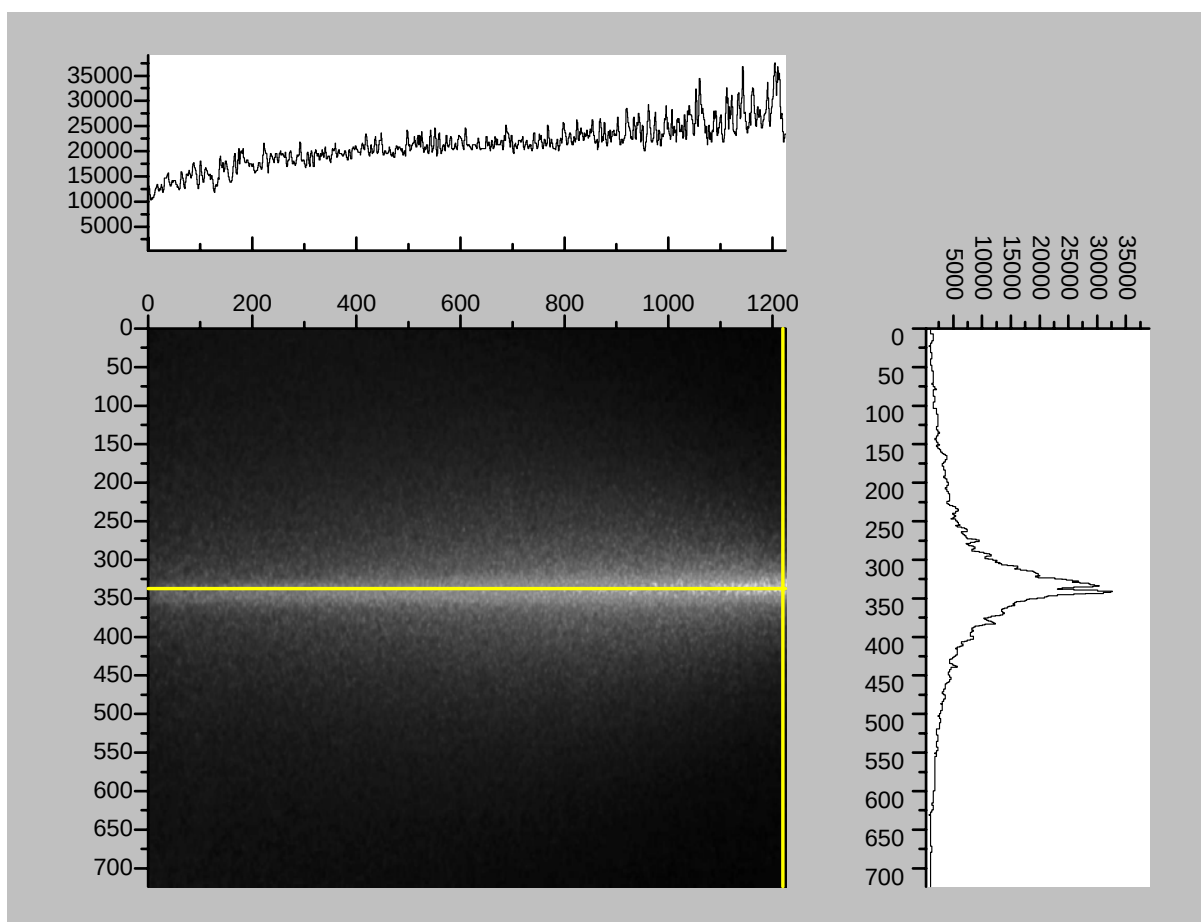
(a) Fotografía del haz atravesando el modelo de tejido. (b) Perfil de línea



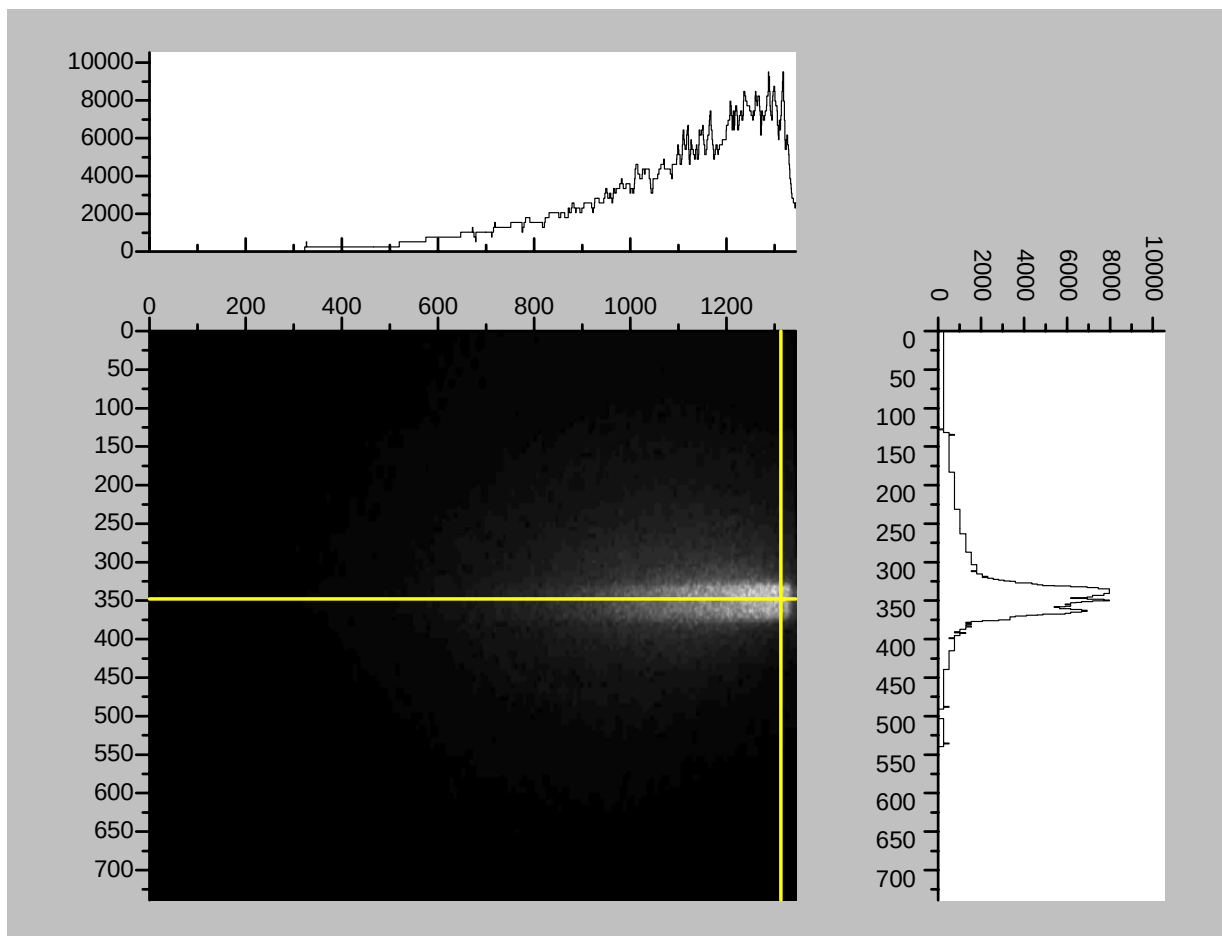
Fotografía digital a color de la luz láser de 632,8 y de 473 nm iluminando el Modelo Phantom (c) con diferentes potencias luminosas.



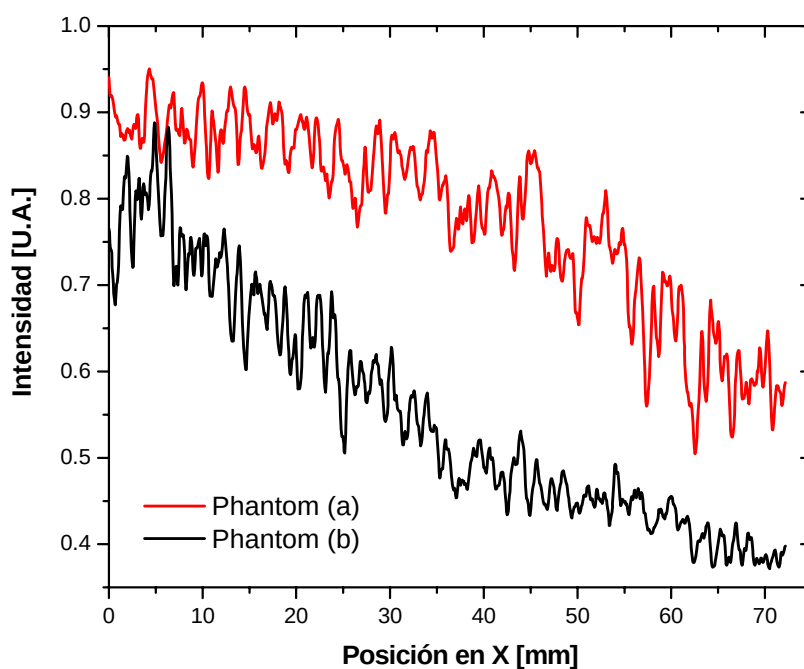
Comparación del efecto del medio sobre la luz azul. La composición fotográfica muestra los modelos (b1) y (c) iluminados con el haz láser@473 nm y 18 mW de potencia de entrada. Las imágenes a la derecha son las distribuciones de intensidad en falso color.



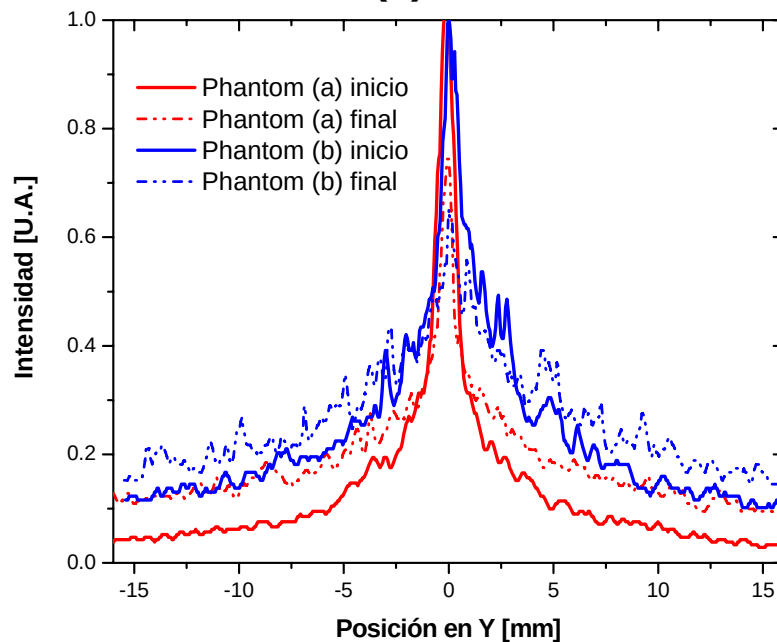
**Medición típica de Perfiles para un haz de 6 mW @632.8 nm que ilumina el
Modelo R**



Perfiles para un haz de 6 mW @473 nm que ilumina el Modelo R.

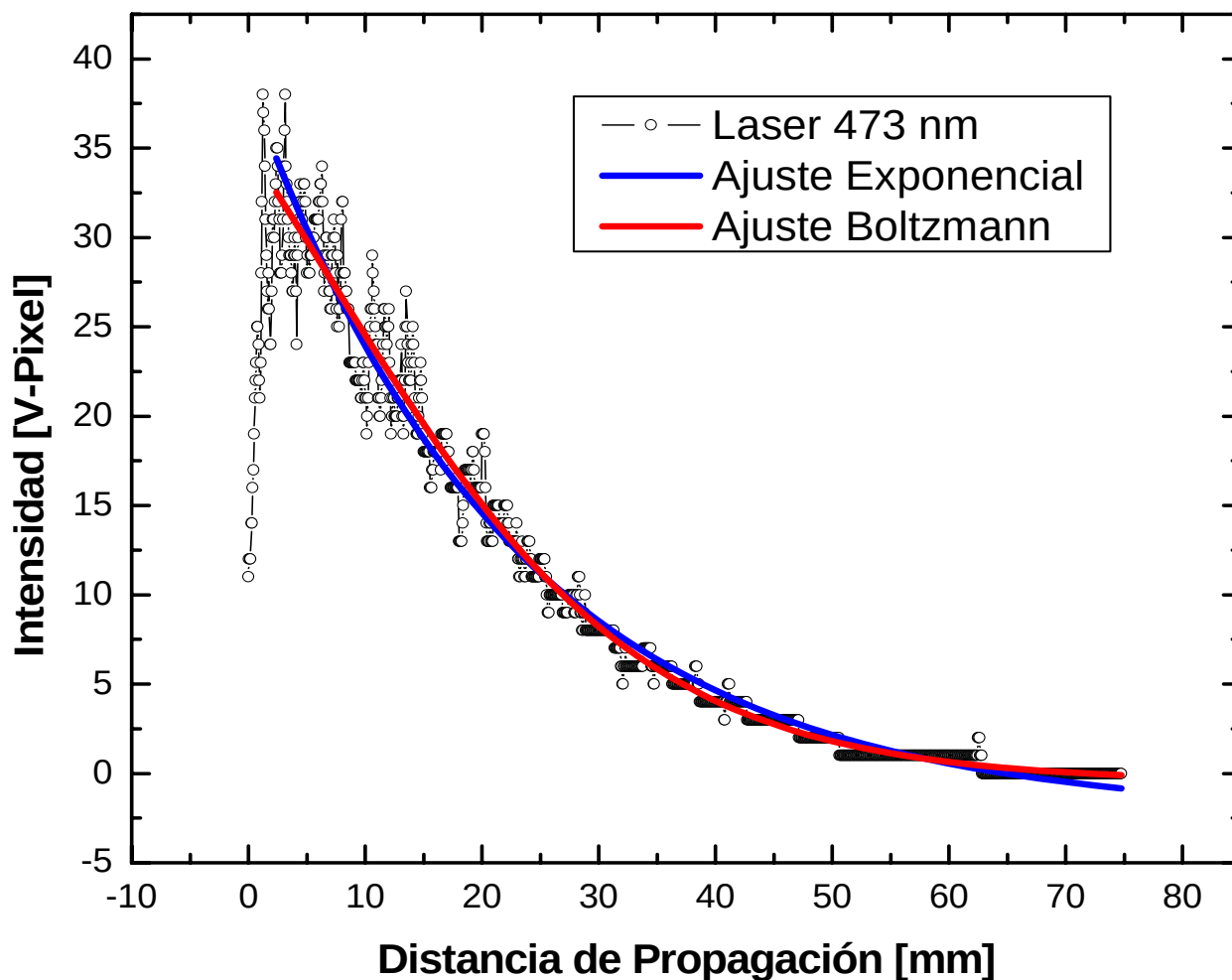


(a)

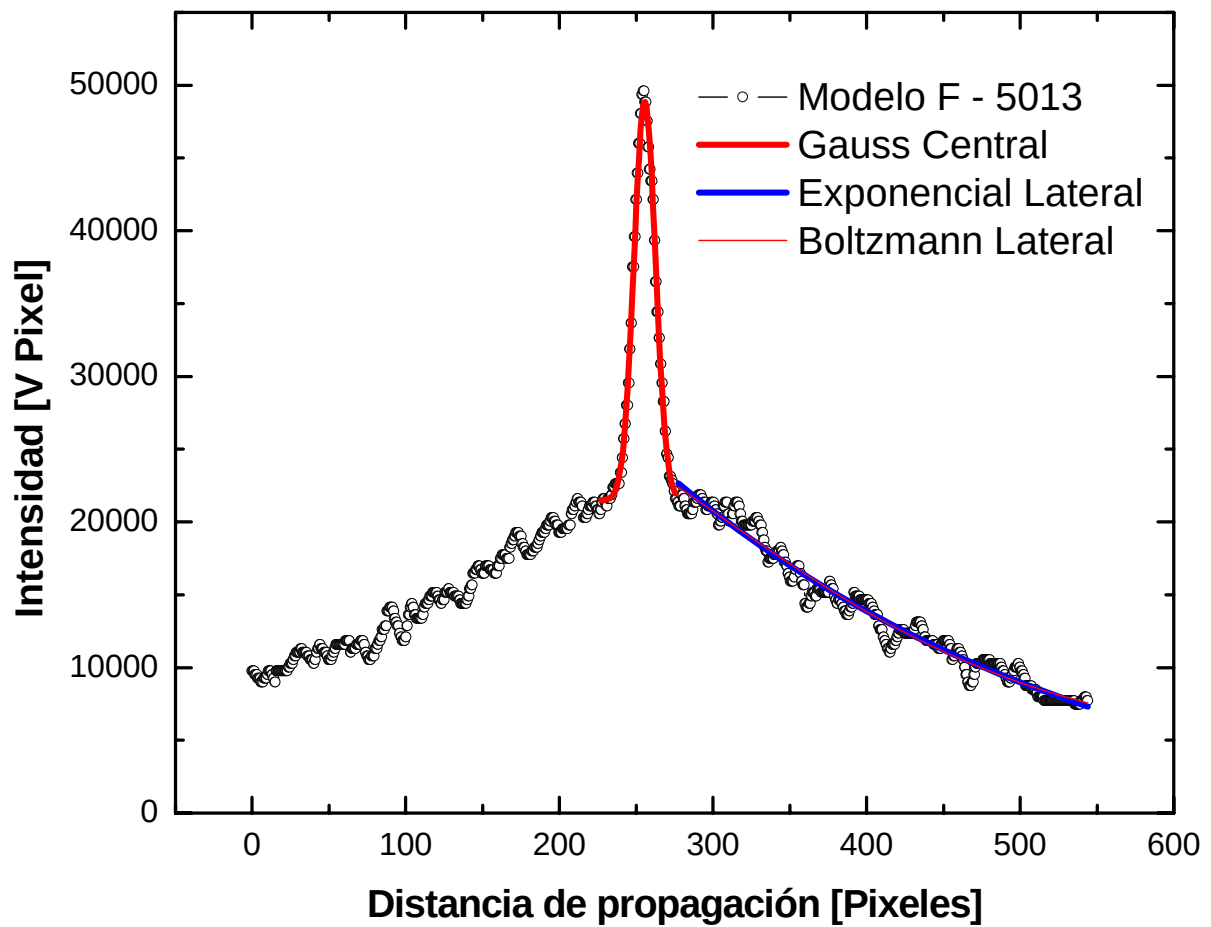


(b)

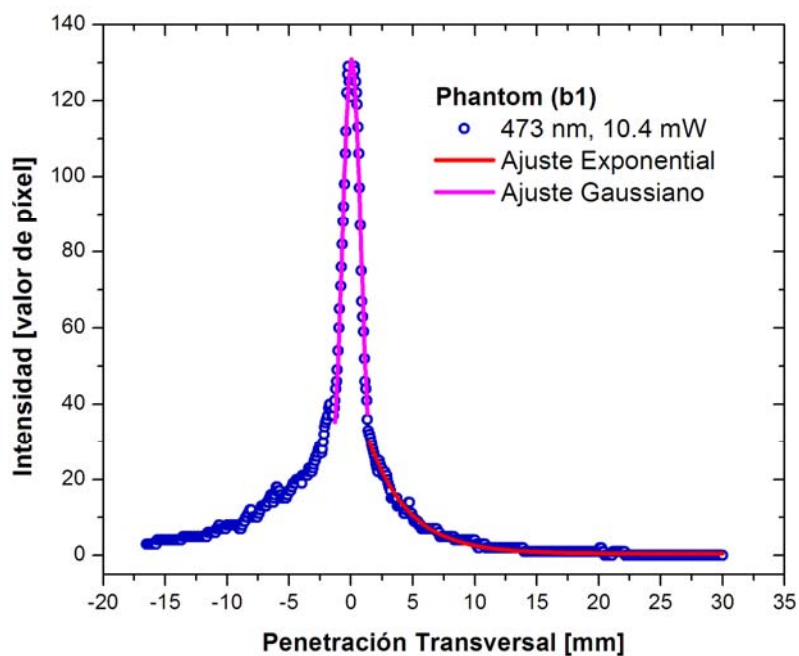
Comparación de Distribución de intensidad (a) a lo largo de la dirección de propagación del haz láser; (b) perpendiculares a la dirección de incidencia.



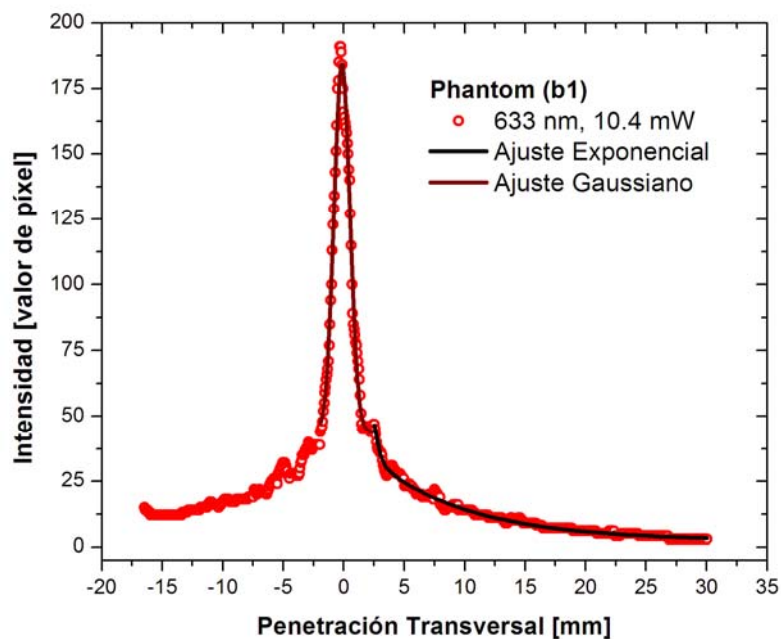
**Perfil longitudinal de la luz láser @ 473 nm, 6mW
propagándose en el Modelo R.**



Perfiles transversales típicos para propagación de haces láser en el modelo F.



(a)



(b)

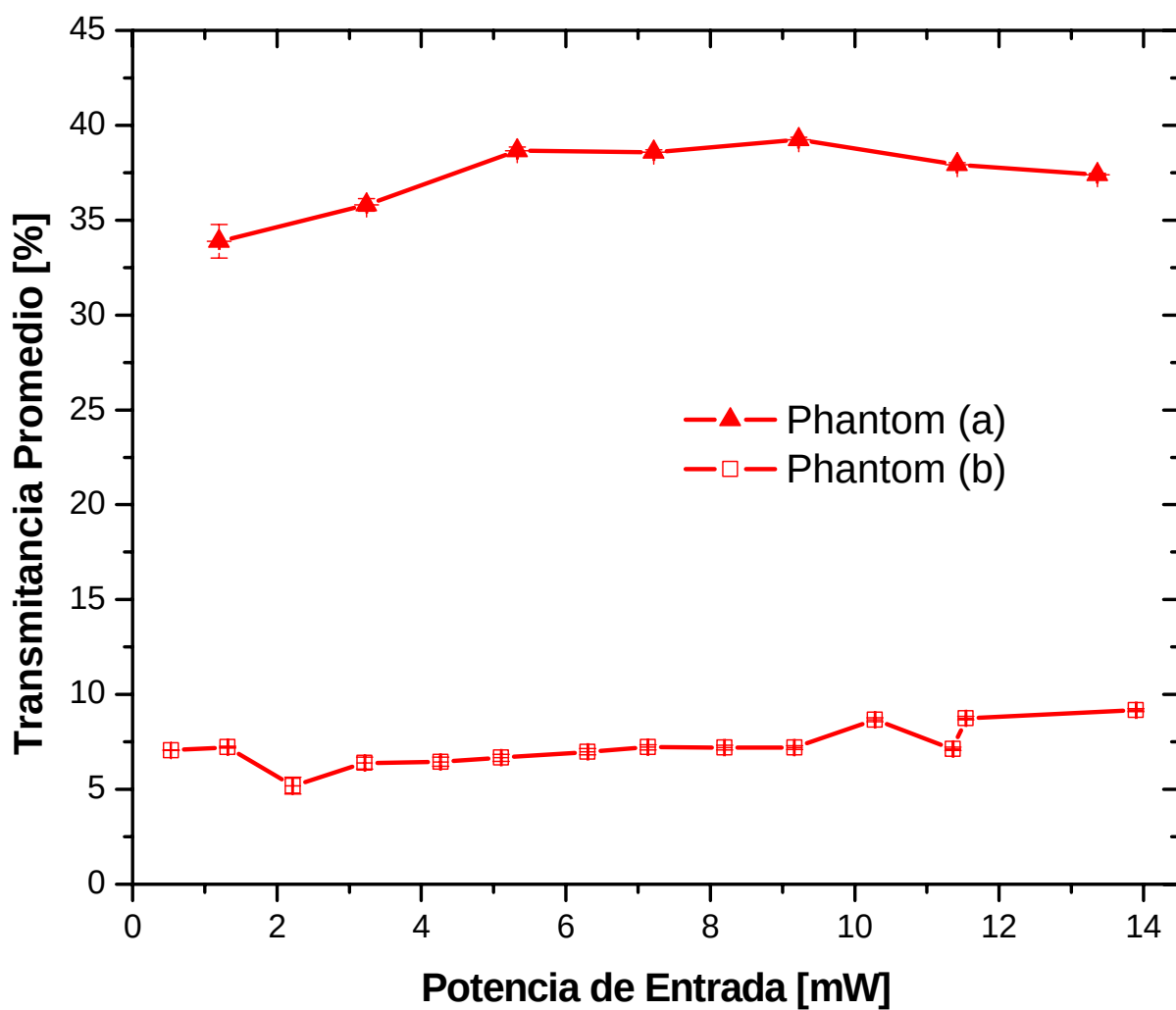
Perfil de intensidad transversal tomado sobre el primer máximo presentado en el perfil longitudinal para el phantom (b1) cuando se ilumina con un láser de (a) 473 nm y (b) 633 nm.

Tabla 1. Longitud de penetración para los phantoms (b1) y (c).

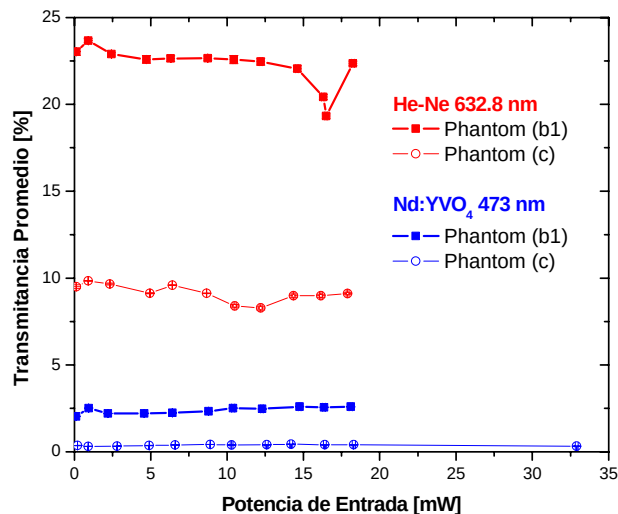
Modelo		Longitud de onda láser [nm]	
		632.8	473
(b1)	Z [mm]	6.7 ± 0.1	3.25 ± 0.04
	$\mu[\text{mm}^{-1}]$	0.149 ± 0.002	0.308 ± 0.004
(c)	Z [mm]	5.17 ± 0.09	2.26 ± 0.05
	$\mu[\text{mm}^{-1}]$	0.193 ± 0.003	0.44 ± 0.01

Tabla 2. Transmitancia colimada promedio.

		Longitud de onda láser [nm]		
		632.8		473
Modelo	Transmitancia	$\pm\Delta T$	Transmitancia	$\pm\Delta T$
(b1)	22.22%	0.16	2.39%	0.02
(c)	9.15%	0.06	0.378%	0.002

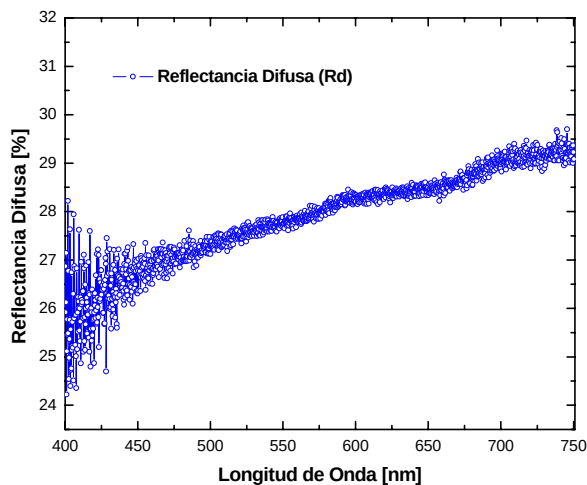


Luz transmitida por cada phantom para diferentes potencias de luz incidente.

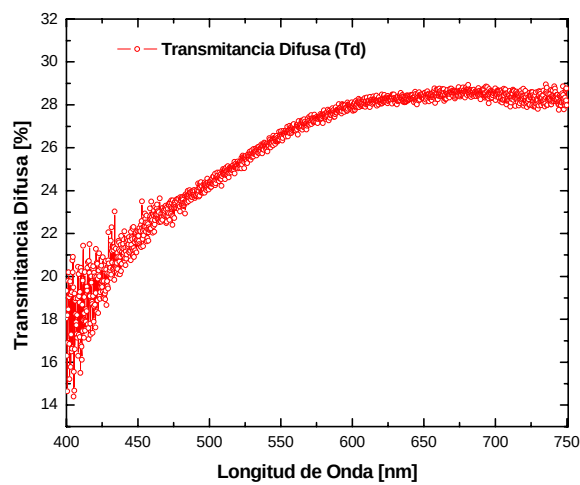


Luz transmitida por cada phantom para diferentes potencias de luz incidente.

Medidas espectrales de R_d y T_d con esferas integradoras y de T_c

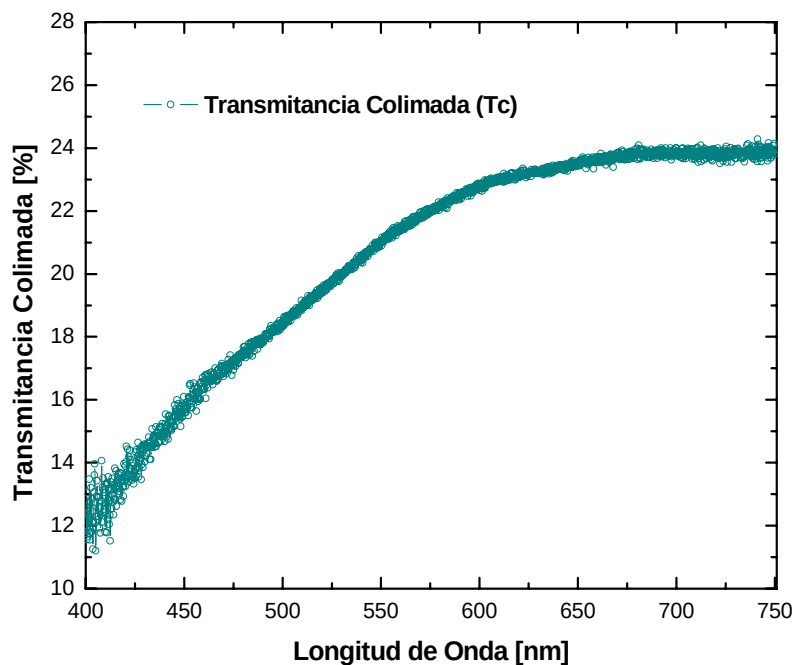


(a)

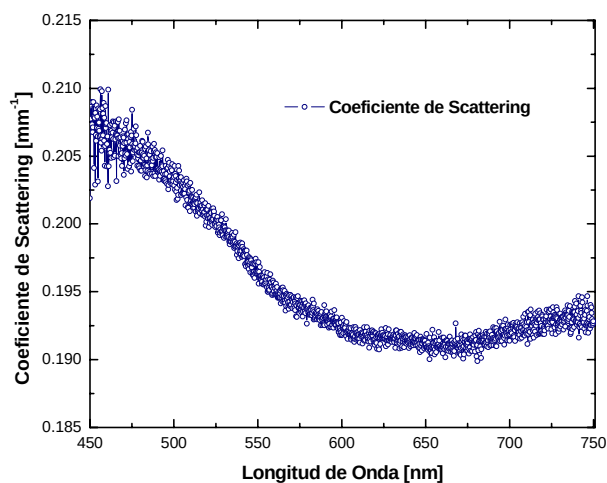


(b)

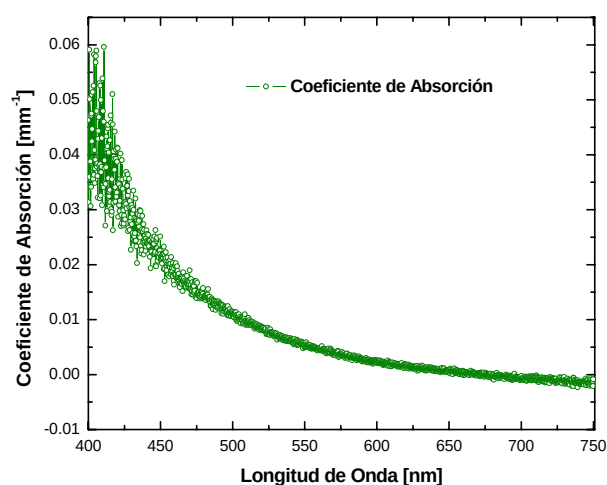
a) Porcentaje de luz reflejada por el phantom en todas las direcciones; (b) Espectro de transmitancia difusa para los phantoms de gelatina (c).



Espectro de luz transmitida en la dirección de incidencia

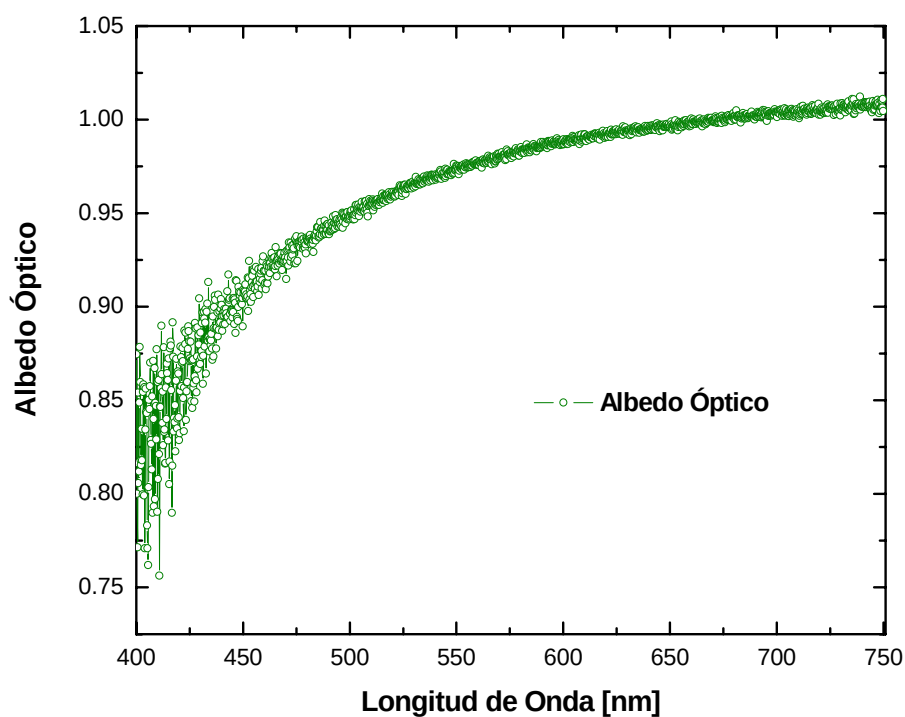


(a)

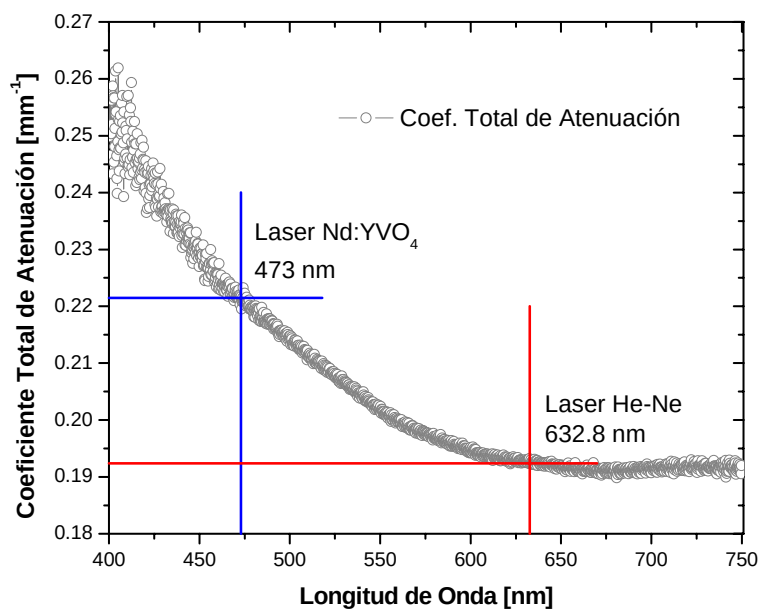


(b)

Coeficientes de esparcimiento (a) y de absorción (b) para los modelos de gelatina (c).

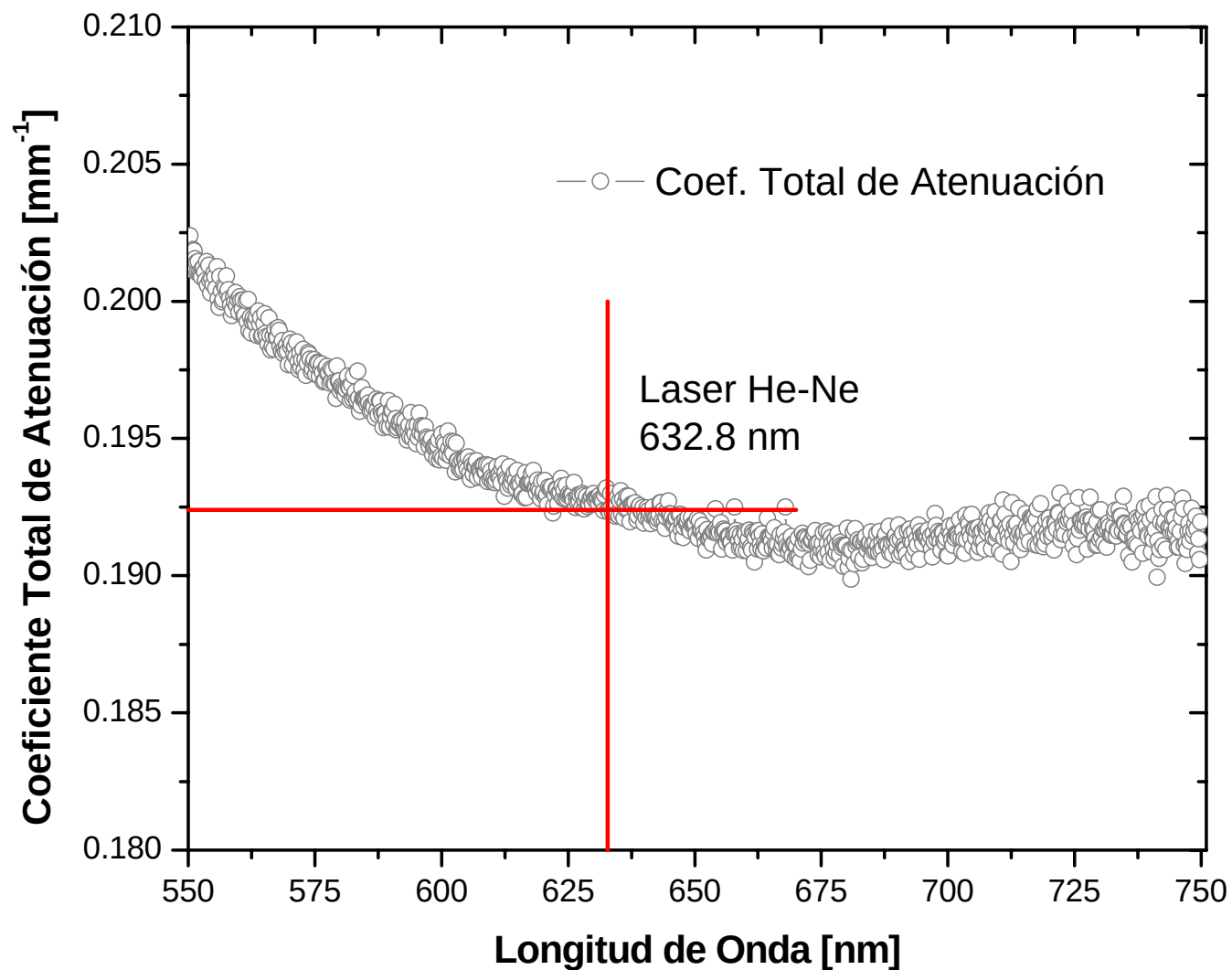


(a)

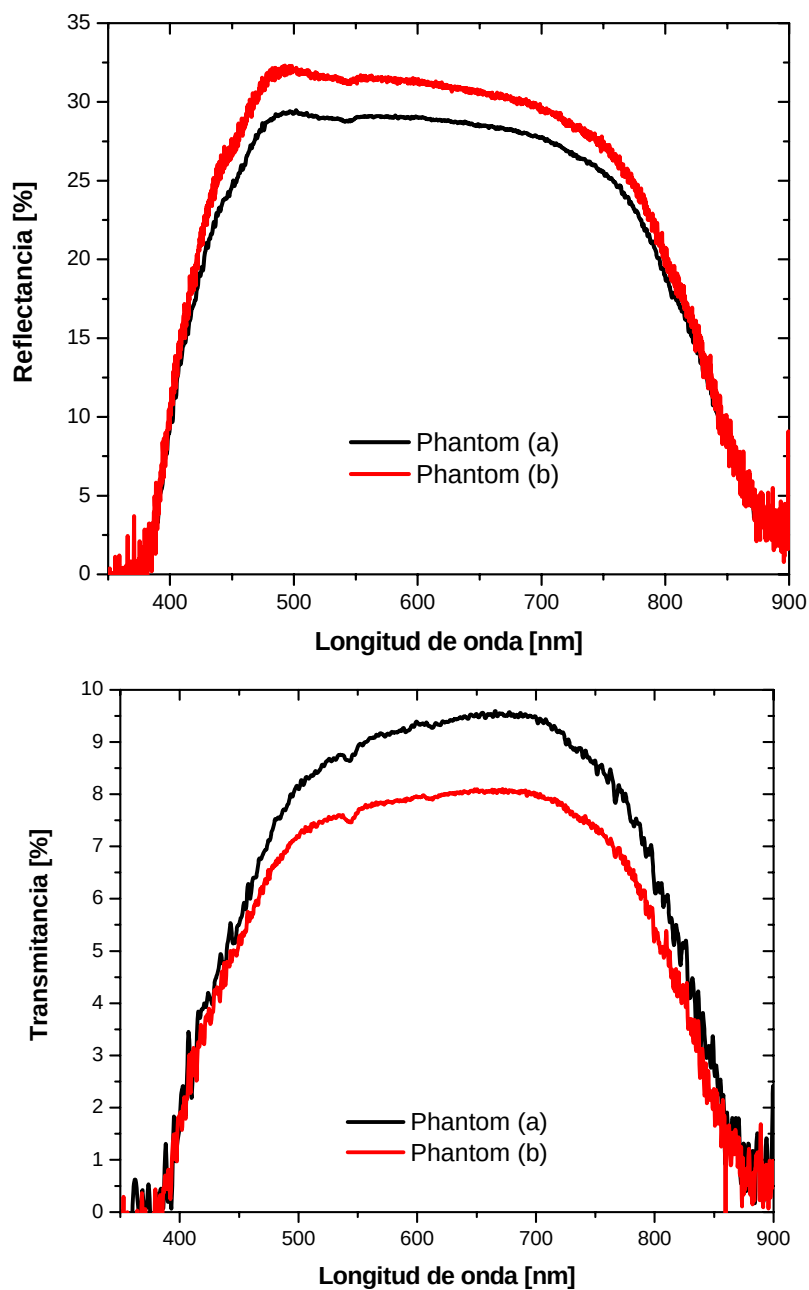


(b)

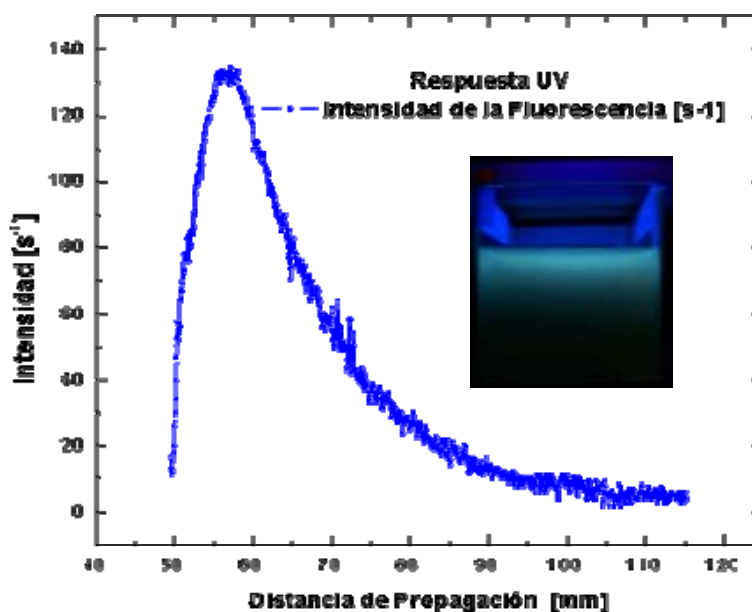
(a) Albedo óptico para los modelos de gelatina (c); (b) Coeficiente de atenuación total obtenido mediante mediciones espectroscópicas.



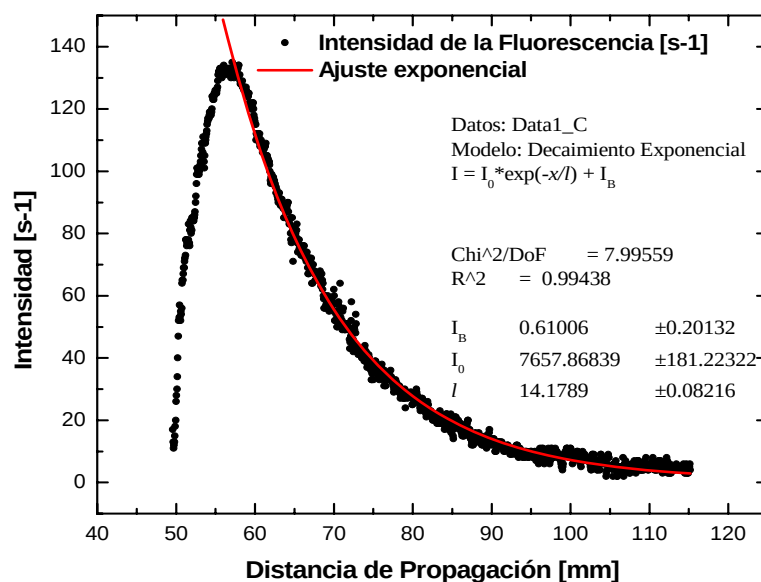
Detalle del valor obtenido para el coeficiente de atenuación total en la longitud de onda correspondiente al láser de He-Ne.



Curvas de reflectancia y transmitancia espectrales para los Modelos (a) y (b).

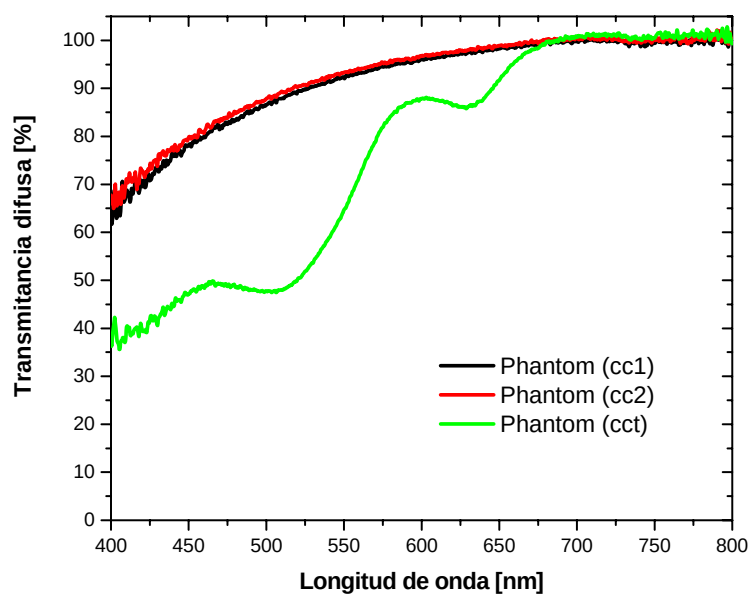
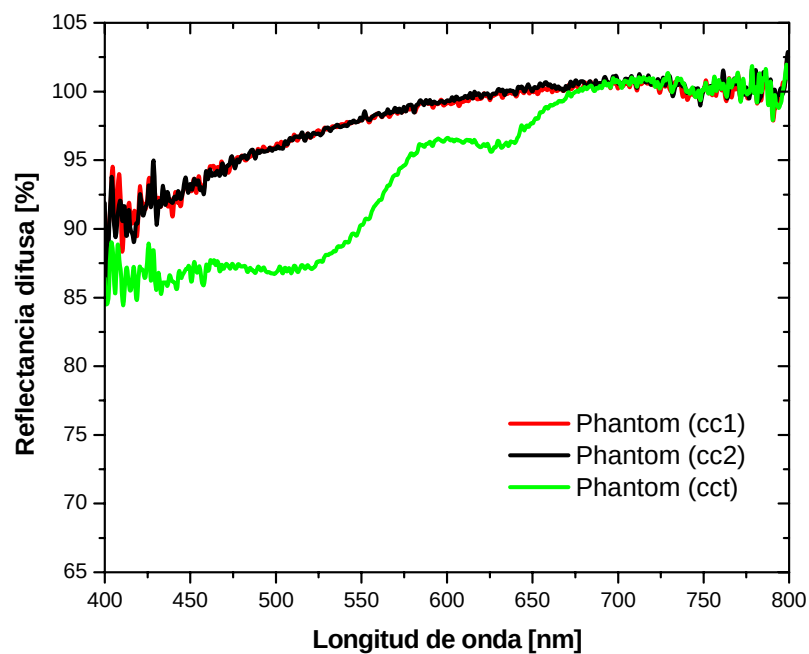


(a)



(b)

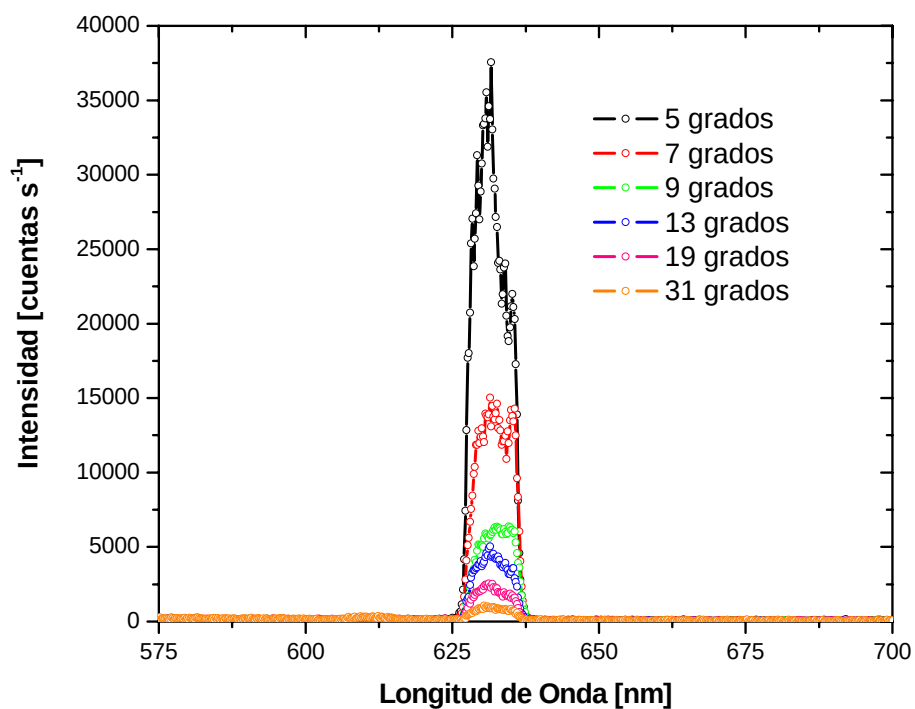
(a) Dependencia de la intensidad de la fluorescencia emitida por el Modelo (a) iluminado con una fuente UV. El inserto muestra la fotografía de la luz de fluorescencia (b) Se presenta el ajuste exponencial a los datos de la parte (a).



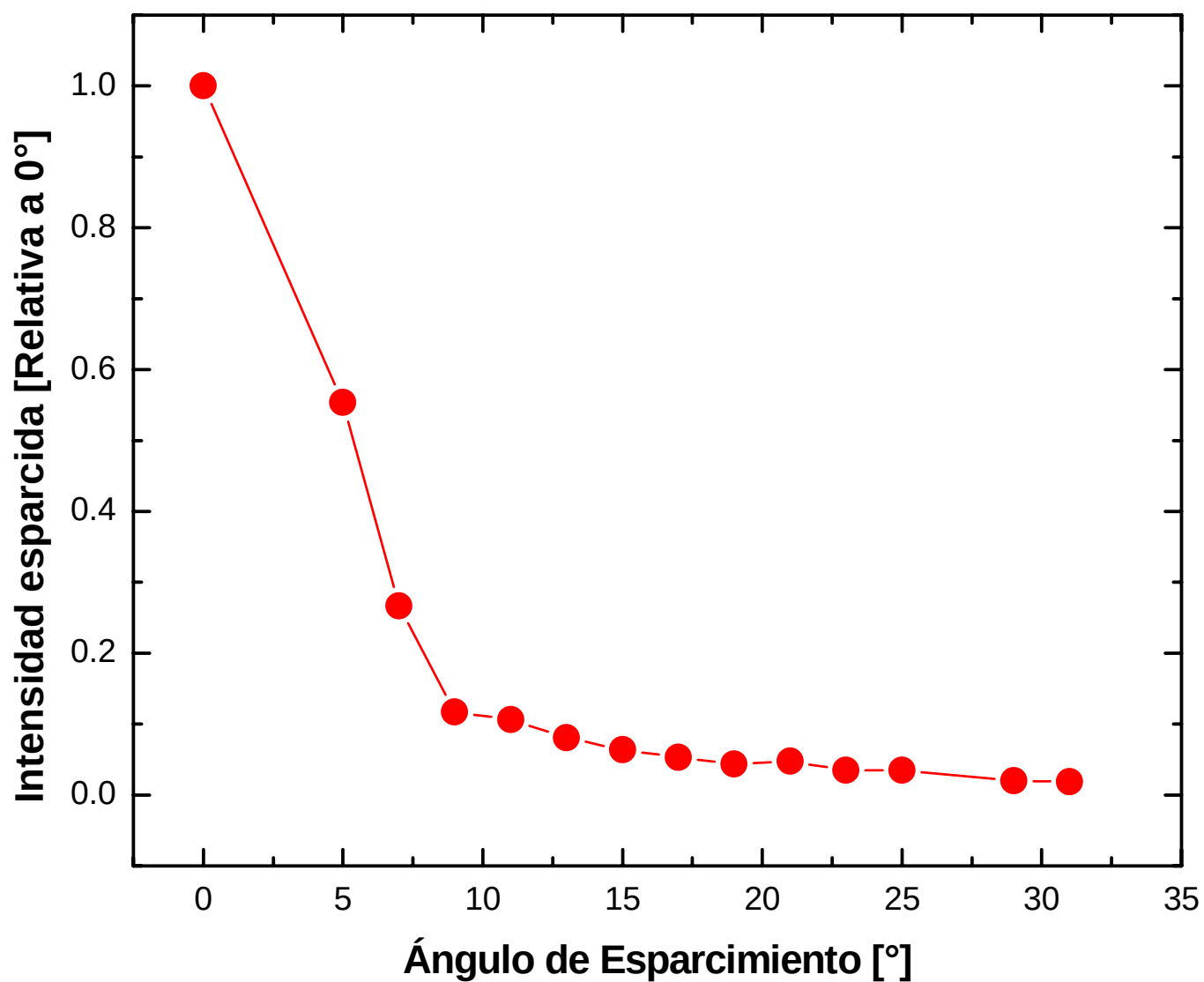
Curvas de reflectancia y transmitancia difusas para los phantoms (cubetas).

Tabla 3. Índice de refracción de los phantoms preparados.

Phantom	$n \pm 0.0002$	Temperatura ± 0.1 [°C]
(a)	1.3490	27.4
(b)	1.3520	27.4
(c)	1.3502	--
(cc)	1.3492	25.1
(cct)	1.3486	25.1
(ccx)	1.3480	26.2
	1.3490	26.7
	1.3486	25.8
	1.3480	26.4



Medición de la luz esparcida por el phantom en diferentes ángulos.



Función de fase para el phantom preparado con gelatina c.



APÉNDICE III:

PRODUCTOS