

PROGRAMA DE TRABAJO PROPUESTO
PARA LA DIRECCION GENERAL DEL
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN OPTICA, A.C.
2018-2023

DR. MIGUEL JOSE YACAMAN



**CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN OPTICA, A.C.**



27 de agosto de 2018.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
CONACYT

De conformidad con la Convocatoria emitida por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) el pasado 17 de agosto, adjunto a la presente **Programa de Trabajo propuesto para el Centro de Investigaciones en Óptica A.C. (CIO)**.

Atentamente,

Dr. Miguel José Yacamán
Investigador Nacional Emérito, SNI
yacaman@me.com
(210)529-5441

INTRODUCCIÓN

La óptica y la fotónica son unas de las ramas troncales de la física e implican el estudio de las propiedades de la luz y sus interacciones con la materia. Su impacto se extiende a muchas otras áreas como la medicina, la astronomía, la química, la ciencia de materiales y muchas otras ramas del conocimiento. El desarrollo de los telescopios permitió el estudio del universo macroscópico, y el microscopio óptico contribuyó al avance de la biología. Sin embargo, en un contexto reciente las ideas de la óptica se han aplicado a electrones, e iones generando un importante número de valiosos instrumentos como el microscopio electrónico o las técnicas espectroscópicas como la espectrometría de masas.

El avance en la óptica de electrones ha llevado a obtener microscopios electrónicos con una resolución de 50 pico metros lo cual ha permitido importantísimos avances en la ciencia de materiales y en la nanotecnología. Fenómenos tales como los plasmones de superficie representan la mayor amplificación de señales en el universo (hasta 10^8 veces) y su uso es cada vez más extendido en la medicina, espectroscopias, generación de energía y muchas otras. El avance en imágenes médicas es espectacular. Los meta-materiales ópticos pueden generar materiales con “gap óptico” y existe ya en el horizonte el desarrollo de computadoras ópticas y dispositivos ópticos que sustituirán a los electrónicos. La radiación en la banda de Tera Hertz es sin duda el futuro de las redes de comunicación y con gran potencial en áreas de seguridad y medicina. La holografía tanto de luz como de partículas tiene un brillante futuro. Las nuevas microscopias ópticas de súper resolución han abierto nuevas metas a la revolución de la microscopia óptica. La combinación de técnicas ópticas con microscopias de fuerza atómica y Raman tienen un gran futuro científico y tecnológico.

De hecho, la óptica es una de las áreas de mayor actividad en cuanto a patentes e innovaciones a nivel mundial. La tabla adjunta (Tabla 1) tomada de los indicadores del National Science Foundation de los Estados Unidos (NSF) muestra que las patentes en óptica están por encima de las de química de materiales, de metalurgia, de polímeros, tecnologías de superficie y de telecomunicaciones.

Tabla 1

U.S. university patent awards, by technology area: 2002 and 2016

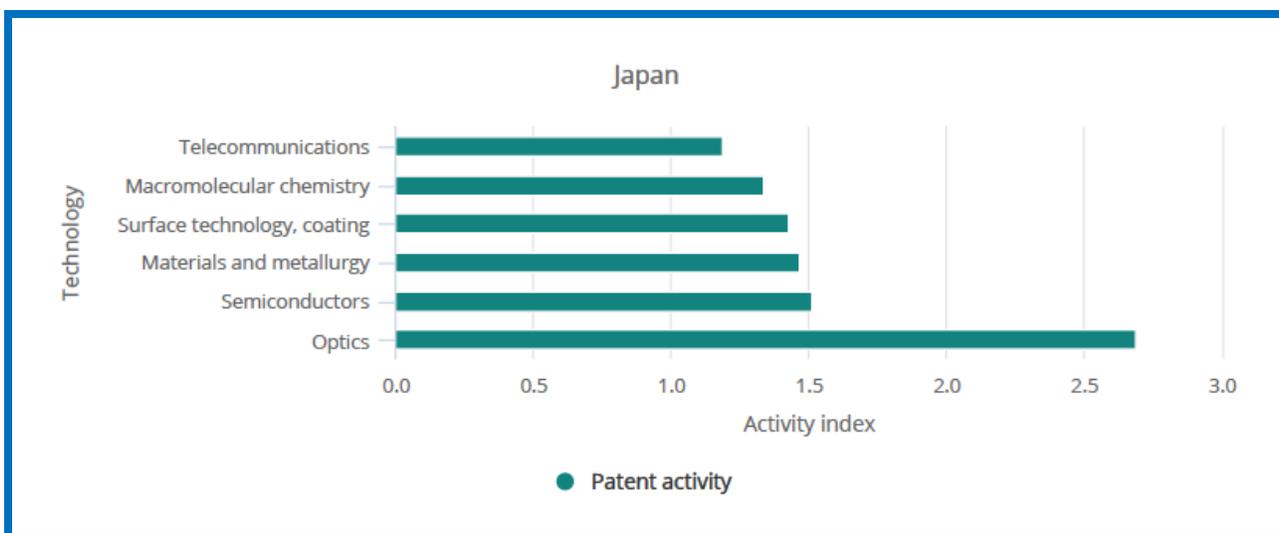
(Number and percent)

Rank	Technology area	2002	2016	Average annual change (%)	2016 share (%)
-	All university patents	3,461	6,639	4.8	100
1	Pharmaceuticals	575	1,008	4.1	15.2
2	Biotechnology	710	953	2.1	14.4
3	Medical technology	236	683	7.9	10.3
4	Organic fine chemistry	295	480	3.5	7.2
5	Measurement	216	438	5.2	6.6
6	Computer technology	119	406	9.2	6.1
7	Analysis of biological materials	143	296	5.3	4.5
8	Electrical machinery, apparatus, energy	87	264	8.3	4.0
9	Semiconductors	106	244	6.1	3.7
10	Chemical engineering	70	178	6.9	2.7
11	Optics	140	175	1.6	2.6
12	Microstructural and nanotechnology	65	143	5.7	2.1
13	Basic materials chemistry	51	139	7.4	2.1
14	Macromolecular chemistry, polymers	77	131	3.8	2.0
15	Digital communication	25	113	11.3	1.7
16	Materials, metallurgy	62	111	4.3	1.7
17	Other special machines	78	94	1.3	1.4
18	Surface technology, coating	56	87	3.2	1.3
19	Telecommunications	50	85	3.9	1.3
20	Audio-visual technology	37	79	5.6	1.2
21	Engines, pumps, turbines	25	63	6.8	0.9
22	Basic communication processes	20	62	8.4	0.9
23	Environmental technology	43	56	1.9	0.8
24	Control	22	54	6.6	0.8
25	Food chemistry	28	41	2.7	0.6
26	Civil engineering	18	36	4.9	0.5
27	Textile and paper machines	20	32	3.6	0.5
28	Transport	16	29	4.4	0.4
29	Mechanical elements	19	27	2.6	0.4
30	Other consumer goods	9	25	7.9	0.4
31	Handling	7	21	7.9	0.3
32	Thermal processes and apparatus	10	19	4.5	0.3
33	IT methods for management	3	19	15.0	0.3
34	Machine tools	17	17	0.2	0.3
35	Furniture, games	4	17	10.7	0.2
36	Unclassified	1	13	19.8	0.2

Fuente: National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics

Más relevante es que algunos países desarrollan la óptica con mayor intensidad. La estadística de patentes del Japón que se muestra en la Tabla 2, indica que la óptica es el área que genera mayor número de patentes.

Tabla 2



Fuente: National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics

En resumen, la óptica y la fotónica son esenciales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología del futuro en México. Afortunadamente, el país cuenta con un centro especializado en óptica y fotónica: el Centro de Investigaciones en Óptica (el CIO). Este Centro debe ser la principal institución del país produciendo ciencia, tecnología y recursos humanos altamente capacitados en esta área. Sin embargo, la ciencia y tecnología son un asunto global y la competencia avanza a pasos agigantados y es fácil quedar relegados. Si queremos que México provea a su población de un mejor nivel de vida, solo lo podremos hacer con ciencia y tecnología de primer nivel. La mediocridad no produce resultados. La idea básica de este plan es la de conducir al CIO a dar un salto cualitativo hacia la excelencia a nivel mundial.

DIAGNOSTICO (FODA)

El CIO es una institución de fuerte impacto que cuenta con las siguientes

Fortalezas:

- Una planta de investigación consolidada combinada con un número importante de investigadores jóvenes.
- Instrumentación científica de primera línea, la cual permite atacar problemas al más alto nivel.
- Capacidad de desarrollo de instrumentación, lentes y fibras ópticas.
- Programa de posgrado de nivel de excelencia
- Presencia importante en la cultura local.
- Investigación interdisciplinaria establecida.
- Importante participación en los consorcios CONACYT.
- Capacidad de publicación científica establecida.
- Generación de patentes establecida
- Interacción importante con instituciones educativas tales como: La Universidad de Guanajuato, La UNAM, El IPN, y el CINVESTAV, entre otros, que permiten proyectos de mayor alcance. Asimismo, vinculación establecida con Hospitales y centros de salud que abren la puerta para el desarrollo de medicina transversal.
- Localización en una de las zonas industriales más importantes del país.

Lo anterior genera grandes oportunidades:

Oportunidades:

- Transformar al CIO en una institución de investigación de primer nivel mundial, comparable a las mejores escuelas en óptica, como la Universidad de Arizona o la universidad de Rochester.
- Transformar al CIO en un motor de desarrollo económico en el país y el bajío.
- Transformar a los programas de posgrado del CIO en un referente mundial de excelencia educativa

Sin embargo, existen aspectos importantes que hay que atender:

Debilidades:

- El nivel de publicación científica per cápita es modesto y por debajo de instituciones mexicanas similares.
- El impacto de las publicaciones es bajo. No hay publicaciones en revistas de primer nivel como: Nature, Science, Physical Review Letters, etc.
- Atomización de proyectos lo cual diluye el impacto científico.
- Impacto tecnológico relativamente modesto sobre todo comparado con otros Centros CONACYT
- Conflictos Internos que se han transmitido al exterior dañando el prestigio del CIO.
- No hay un número importante de proyectos colectivos internos.

Amenazas:

El peligro que existe es que, si no se atienden estas debilidades el CIO pierda relevancia en su producción científica y tecnológica y por consiguiente en el sistema de Centros CONACYT. Consecuentemente se dificultaría mucho la tarea de obtener financiamientos para el CIO.

VALORES TRONCALES DE MI GESTIÓN:

En caso de ser nombrado Director del CIO basaría mi gestión en los siguientes valores troncales:

E Lograr la **EXCELENCIA ACADEMICA** al mas alto nivel.

X

I Tener una administración **INCLUYENTE** en la que todos los investigadores se evalúan bajo el mismo criterio y todos reciben las mismas oportunidades.

T Una administración **TRANSPARENTE** en la cual todas las acciones y planes estén sobre la mesa y se informe de la distribución de recursos con total apertura .

O El CIO debe operar con **OBJETIVIDAD** en todas sus decisiones y basarse solo en criterios académicos objetivos .

Adicionalmente durante mi gestión buscaré:

- Impulsar la COLABORACION entre todos los investigadores evitando conflictos y divisiones.
- Impulsar el IMPACTO de los trabajos del CIO tanto en el área científica como tecnológica y social

- Desarrollar una ORGANIZACIÓN del centro que optimicé el uso de recursos, los proyectos, la formación de personal bajo un principio de equidad e oportunidades iguales.

PLAN DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

En mi experiencia cuando se hace un plan de desarrollo desde los escritorios de los directivos este es irrelevante. Un plan solo tiene éxito cuando los participantes están convencidos que ese camino es el mejor. Para lograr un plan de trabajo de consenso mi primera acción será reñirme con cada uno de los grupos de trabajo o investigadores individuales del CIO a fin de conocer sus logros, problemas y metas. La idea sería elaborar una estrategia conjunta entre cada grupo y la administración de las acciones y programas a seguir para que el investigador o el grupo alcance un nivel internacional o se mantenga y lo supere si ya lo tiene.

El plan de trabajo sería la suma de los planes de grupos más los planes que acordemos entre todos. Esto es con la idea de que todos queremos el avance de la institución y podemos discutir y ponernos de acuerdo. El objetivo sería convertir al CIO en el “*buque insignia*” de los centros CONACYT.

Puntos que definen a una institución de primer nivel mundial:

Durante mi gestión el punto central será convertir al CIO en una institución del más alto nivel.

En mi opinión los aspectos que definen una institución de gran calidad son:

- Calidad, impacto y relevancia de sus publicaciones y descubrimientos
- Calidad de los egresados del posgrado
- Impacto social en el entorno nacional y local
- Visibilidad internacional y nacional

- Estabilidad y crecimiento
- Financiamiento adecuado
- Capacidad de adaptación a los temas de frontera emergentes
- Generación de tecnologías y de empresas “*spin off*” resultado de sus investigaciones

Algunas acciones concretas que realizaré como Director del CIO:

En caso de ser designado director del CIO implementare las siguientes acciones para mejorar la calidad:

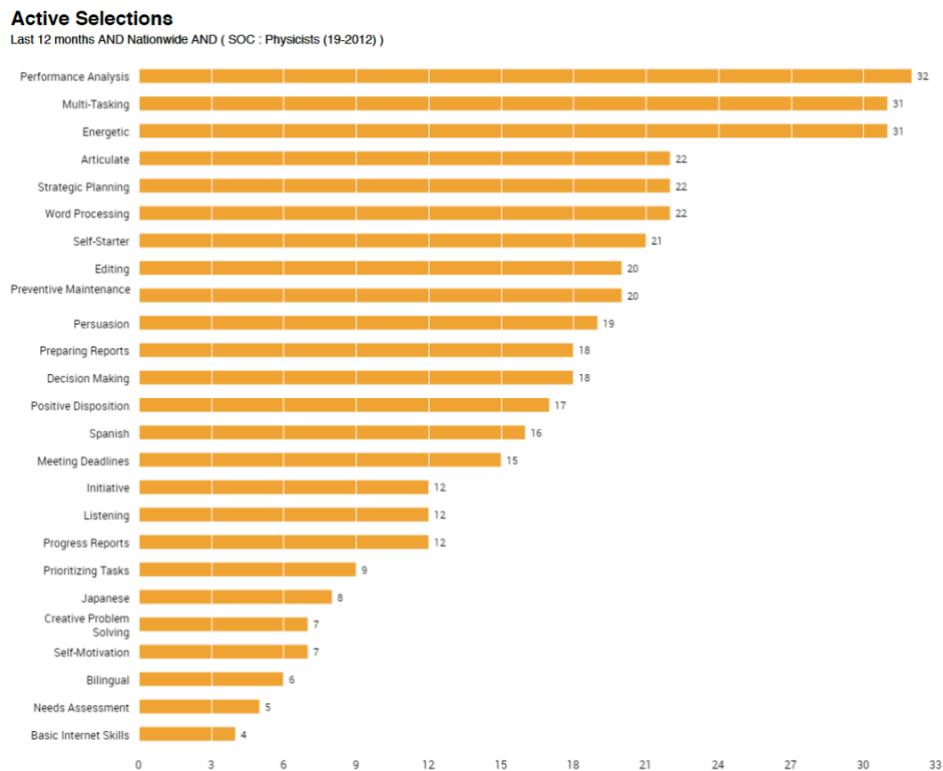
- Crear un ambiente de trabajo abierto con intercambio de ideas y fuerte contacto con el exterior.
- Iniciar una campaña para lograr fondos de fundaciones internacionales y nacionales que apoyan a la ciencia. Contacto con agencias de EUA que apoyan investigación internacional (NIH, DOD, DOE y otras). En este sentido crearía una oficina dentro del CIO dedicada a la búsqueda de apoyos y contratos con organizaciones Internacionales e industria en general.
- Iniciar una campaña para lograr contratos con empresas nacionales y extranjeras, con un especial enfoque en las que ya existen en el bajío.
- Lograr tener la instrumentación en óptica y fotónica más avanzada que complementa la existente. Iniciar el desarrollo de capacidades de instrumentación únicas que nos lleven a colaboraciones internacionales en la frontera del conocimiento.
- Mejorar el nivel e impacto de las publicaciones científicas a través de talleres de escritura y presentación de ideas. Introducir arbitrajes internos como ayuda a los investigadores jóvenes. Apoyo con editores para mejorar la escritura de publicaciones en inglés.
- Impulsar el desarrollo de la Unidad del CIO en Aguascalientes, ampliando su planta de investigación y su participación en proyectos de investigación estratégicos con la industria y el Gobierno del Estado de Aguascalientes.

- Organizar un programa de seminarios internos que con la participación de figuras de la ciencia mundial en óptica y fotónica. Que sirvan de aprendizaje para los estudiantes y ayuden a crear contactos internacionales a los investigadores.
- Apoyar la movilidad internacional de los investigadores y estudiantes.
- Organizar mediante la discusión colectiva grupos de trabajo en temas de frontera que aumenten la visibilidad del CIO.
- Introducir parámetros de evaluación objetivos pero que premien la calidad e impacto del trabajo.
- Elaborar un programa de tutorías de los investigadores jóvenes por los investigadores mas formados.
- Promover desde la dirección candidaturas de los investigadores a premios o ingreso a sociedades científicas como miembros distinguidos (*fellows*).
- Crear un ambiente creativo en el cual el investigador tenga apoyos institucionales como son: Computadoras, licencias de software científico tal como; Math Lab, Origin, Mathematica, Cristal Maker, Comsol y otros.
- Apoyos institucionales tales como el taller mecánico, apoyo a licenciamiento y elaboración de patentes.
- Creación de un laboratorio nacional de microscopia avanzada incluyendo óptica y electrónica que dé servicio a todo el país y cubra las necesidades de los investigadores mexicanos en microscopia. Este laboratorio incluiría microscopia electrónica de aberración esférica corregida, cryo microscopía, microscopia multifotónica, microscopia correlativa, súper microscopia, microscopía Raman combinada con microscopía de fuerza atómica y otras.
- Aumentar la colaboración con otros países principalmente con aquellos que desarrollan la óptica tales como Japón y Alemania entre otros. Además, estrechar vínculos con universidades como la Universidades de Arizona, Rochester, y North Carolina, entre otras que cuenten con sólidos programas en óptica.

El Posgrado:

Una de las áreas de mayor prioridad debe ser la formación de recursos humanos de calidad. Un primer problema que salta a la vista es que casi la mitad de los investigadores no son asesores de tesis y pocos imparten clases. El número de estudiantes debe incrementarse. Un parámetro de evaluación muy importante es que los egresados del posgrado tengan oportunidades de trabajo. Para ello, la industria de manufactura y servicios debe ser la más importante fuente de empleos. Un graduado exitoso es un imán para que más jóvenes escojan la vía del posgrado. Para lograr esto, el plan de estudios debe ofrecer las habilidades que los empleadores buscan. En un estudio realizado por la Secretaría del Trabajo en EUA, (*Labor Department*), usando el software “*Burning Glass*” se analizaron todas las ofertas de trabajo para físicos con maestría y doctorado, la Figura 1 abajo muestra una lista de las habilidades más buscadas por la industria en los físicos que contratan.

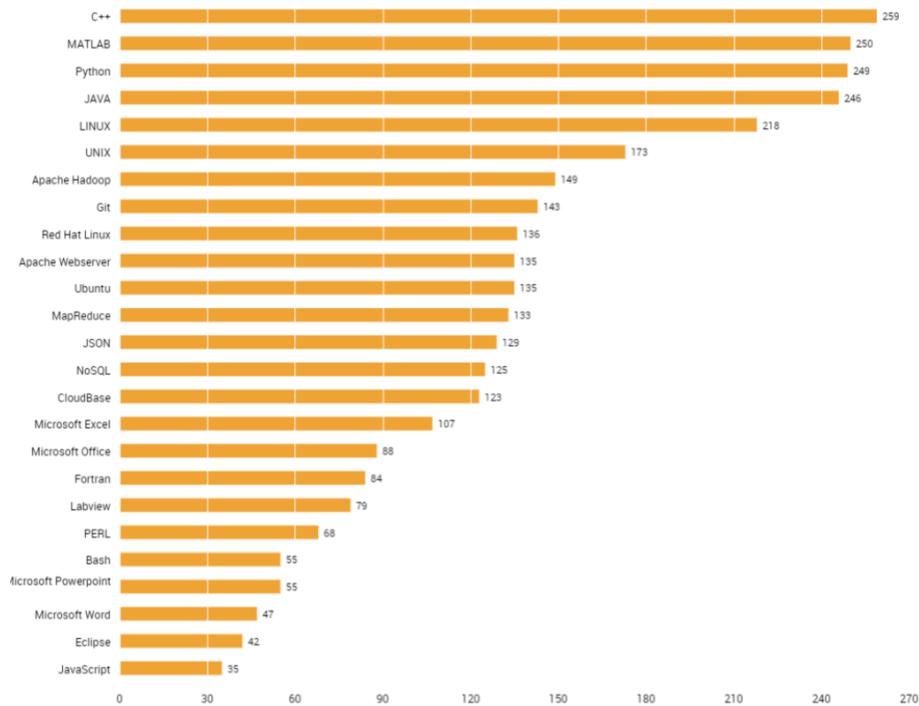
Figura 1



Fuente: Department of Labor de EUA

Además se analizaron los conocimientos de software que requerían los empleadores. El resultado de dicho análisis se muestra en la Figura 2.

Figura 2



Fuente: Department of Labor, EUA

La pregunta es si estas habilidades solo son válidas en EUA. La respuesta es que probablemente los empleadores mexicanos tengan las mismas necesidades, dada la globalización de la industria. Es claro que debemos ajustar nuestros cursos para que los egresados del posgrado tengan las habilidades requeridas y dominen el software y los lenguajes de programación requeridos.

Al mismo tiempo los estudiantes deben tener movilidad y experiencias fuera del CIO. Se deben aprovechar e implementar muchos programas internacionales que apoyan intercambios.

Porque considero que puedo ayudar al CIO como director:

Aunque no soy miembro del CIO lo conozco desde su creación. Observe como el Dr. Malacara (mi maestro en óptica en la UNAM) trabajó sin descanso en su creación. Como Director Adjunto del CONACYT fui el Presidente de su Órgano de Gobierno por varios años, durante la gestión de Arquímedes Morales. Fui además miembro del Comité Asesor del CIO durante la gestión del Dr. Mendoza. He tenido la fortuna de recibir en mi grupo de la Universidad de Texas en Austin al Dr. Elder de La Rosa y en mi grupo en la Universidad de Texas en San Antonio al Dr. Luis Armando Díaz y al Dr. Fernando Mendoza, lo que me permitió ampliar mi conocimiento sobre los temas de investigación y retos del CIO. Igualmente, he participado en proyectos con el Dr. Bernardo Mendoza.

Tengo una muy amplia experiencia como Director del Instituto De Física de la UNAM (IFUNAM) y como Director del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (el ININ). He trabajado en instituciones de primer nivel como la Universidad de Texas en Austin y he sido Jefe del Departamento de Física y Astronomía en la Universidad de Texas en San Antonio (UTSA). Entiendo perfectamente lo que se requiere para llevar a una Institución a hacia la excelencia a nivel mundial. Durante mi gestión en la UNAM, el IFUNAM se consolidó como el mejor Instituto de Física de Latinoamérica. El ININ que estaba siendo considerado para cerrarse, no solamente no se cerró, sino que logré que se estabilizara, y que finalmente tuviese una presencia nacional e internacional. En el caso de UTSA durante los 10 años de mi gestión, el Departamento cuadruplicó su planta de profesores, aumentó por un factor de 10 el financiamiento externo proveniente de la industria y de fuentes federales. Más de 100 doctores se han graduado en el Posgrado de Física bajo mi dirección. Al iniciar mi gestión el Departamento estaba catalogado en el lugar 550 en EUA en cuanto al número total de citas de sus profesores. En 2018 ocupamos el lugar 91. Cabe mencionar que hay más de 2500 instituciones de educación superior que ofrecen programas de física.

Además, como asesor del Departamento de Energía de los EUA, participe en el comité que creó los cuatro centros de microscopia nacionales en Oak Ridge, Lawrence Berkeley, Argonne e Illinois que introdujo la microscopia de aberración esférica corregida. Participe además en el



Comité que organizó los centros nacionales de nanotecnología en: Oak Ridge, Berkeley, Sandia, Los Alamos y Brookhaven.

Considero que he acumulado suficiente experiencia académica y administrativa para ayudar al CIO a alcanzar metas de excelencia y sería un honor para mí participar en este proceso.