



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL GENERAL DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA  
CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA**

**Identificación de ametropías a través del análisis del reflejo pupilar obtenido con cámara fotográfica de teléfono celular, en población pediátrica de oftalmología UMAE “La Raza”.**

**TESIS DE POSGRADO  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO ESPECIALISTA EN OFTALMOLOGIA**

**PRESENTA**

**DR. Rosales Coll Eduardo Alejandro**

**ASESOR**

**DRA. Claudia Nayeli Camacho Martinez**

**Ciudad de Mexico ,Agosto 2017**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimiento

Dedico y agradezco esta tesis a los grandes personajes que la vida a puesto en mi camino y que hicieron posible esto, el logro no es mío, es de todos ustedes.

***“Dicebat Bernardus Carnotensis nos esse quasi nanos, gigantium humeris incidentes, ut possimus plura eis et remotiora videre, non utique proprii visus acumine, aut eminentia corporis, sed quia in altum subvenimur et extollimur magnitudine gigantea”***

*Juan de Salisbury*

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UMAЕ “LA RAZA”  
HOSPITAL GENERAL “DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA”  
SERVICIO DE OFTALMOLOGÍA.

*Identificación de ametropías a través del análisis del reflejo pupilar obtenido con cámara fotográfica de teléfono celular, en población pediátrica de oftalmología UMAE “La Raza”.*

Firmas.

**Dra. María Teresa Ramos Cervantes**

Director de educación e investigación en salud  
Unidad médica de alta especialidad  
Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”  
Centro Médico Nacional La Raza.

**Dra. Claudia Nayeli Camacho Martínez.**

Profesor titular de la especialidad en Oftalmología  
Médico adscrito al servicio de oftalmología pediátrica  
Unidad médica de alta especialidad  
Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”  
Centro Médico Nacional La Raza.

Dr. Rosales Coll Eduardo Alejandro  
Residente de la especialidad en oftalmología  
Unidad médica de alta especialidad  
Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”  
Centro Médico Nacional La Raza.

## Resumen.

**Título:** Identificación de ametropías a través del análisis del reflejo pupilar obtenido con cámara fotográfica de teléfono celular, en población pediátrica de oftalmología UMAE “La Raza”.

**Autores:** Dra. Claudia Nayeli Camacho Martínez, Dr. Rosales Coll Eduardo Alejandro.

**Antecedentes:** El uso del celular podría considerarse como artículo de primera necesidad en algunos estratos de la sociedad actual, la mayoría de la población tiene acceso a un celular con una cámara fotográfica, la cual puede ser usada como herramienta para obtener el reflejo rojo pupilar, pensar en un teléfono celular como photoscreener es una opción válida en países en vía de desarrollo y actualmente una realidad no muy lejana.

En Reino unido se inició una campaña por parte del organismo “Fighting retinoblastoma, childhood eye cancer trust”, donde pide a los padre utilizar su teléfono celular para fotografiar los ojos de sus hijos, orientan acerca de cómo obtener el reflejo pupilar y saber identificar los signos de alarma ante un reflejo rojo anómalo en la población pediátrica.

Por lo anterior, y como está descrito ampliamente en la literatura, el análisis incluso subjetivo del reflejo pupilar es una herramienta fácil de usar, barata y con un rango aceptable de sensibilidad y especificidad, que aumenta con la práctica, y ayuda en la identificación de patología ocular que podría condicionar riesgos en el desarrollo normal de la visión en la población pediátrica; lo novedoso del presente estudio es, que actualmente podemos obtener el reflejo pupilar con la cámara del teléfono celular y obtener una evidencia a través de la fotografía.

La mayoría de los casos con importancia oftalmológica y repercusiones en el desarrollo visual, o incluso implicaciones de vida o muerte en población pediátrica, son identificados por miembros de la familia y por los pediatras, Rahi et al describió que el 68% de las cataratas congénitas fueron diagnosticados por no oftalmólogo en exámenes de rutina, Abramson et al, encontró que en una mayoría

los pacientes con retinoblastoma los detecto sus familiares en un 80%, en contra del personal de salud de primer contacto identificando sólo un 8% de su serie estudiada, y los oftalmólogo en un 10%.

En México como en Latinoamérica no existe en la literatura reportada, algún programa de photoscreening o estudio, donde se utilice esta herramienta, la realidad socioeconómica ponen restricciones en la obtención de los photoscreener, no son viables en cuanto costo-beneficio, para la práctica privada de primer contacto, como la institucional en México.

Los países de primer mundo están obteniendo resultados que en un futuro se traducirá en un método de photoscreening universal, que beneficiará a su población preescolar y mejorará la calidad de vida a futuro gracias a intervenciones oportunas.

Es necesario entonces, iniciar con estudios para la validación de este tipo de herramientas que en un futuro podrán estandarizarse y ponerse al alcance de la población, tanto personal relacionado en salud como en la sociedad. El celular al ser un artículo de fácil acceso podría convertirse en una herramienta tecnológica más, para la referencia oportuna de la población pediátrica en riesgo.

Objetivos: Evaluar si la cámara fotográfica del teléfono celular es útil para identificar ametropías a través del análisis del reflejo pupilar, en población pediátrica de oftalmología UMAE “La Raza”.

Material y Métodos. Es un estudio prospectivo, transversal, descriptivo, analítico y observacional. Se realizará en población pediátrica entre 1 y 12 años de edad que acuda a consulta externa del servicio de oftalmología pediátrica en UMAE “La Raza”. Para el cálculo de tamaño de la muestra se utilizara una diferencia de proporciones por grupo usando el estadígrafo Z para comparar proporciones de variables dicotómicas, Se requiere una muestra de 73 ojos por cada grupo, siendo 146 ojos en total. El análisis estadístico se realizará para las variables cuantitativas medidas de tendencia central, de dispersión, porcentajes,

promedios. Tabla de contingencia 2x2, para obtener sensibilidad, especificidad, se calculará la variabilidad inter observador con índice Kappá Cohen.

Recursos e infraestructura: Para este estudio se requieren el siguiente material y equipo el cual será donado por los investigadores: PC, Teléfono Celular (Donado por residente y médico adscrito), Paquetería Office, midriático, papelería, consultorio. Es posible su realización ya que se dispone de los recursos humanos, población pediátrica e instalaciones. Sin representar gasto insostenible para los investigadores, institución, y ningún costo para el paciente.

Tiempo a desarrollarse: Con el proyecto autorizado por el comité local de investigación y ética en investigación en salud de la UMAE "La Raza", se acudirá a la consulta externa del servicio de oftalmología pediátrica para seleccionar a los pacientes candidatos al estudio, se invitara a participar, hasta obtener el tamaño de la muestra requerido.

Resultados. Durante el tiempo que duro el estudio participaron 116 niños entre 1 y 12 años de edad, lo que representaron un total de 218 globos oculares sujetos a estudios, de los participantes se incluyeron un total de 109 niños y se eliminaron 7 por imposibilidad de obtener una fotografía adecuada para el análisis. Participaron 61 masculinos y 55 femeninos. Se diagnosticaron 144 ojos amétropes, y 74 emétropes, con una prevalencia en la población de 66%. La ametropía más frecuentemente encontrada fue el astigmatismo miópico simple con 43 casos (20%), la menos frecuente la miopía y el astigmatismo hipermetrópico simple 3% de los caso para cada categoría. Se tomaron 116 fotografías de 218 ojos, se analizaron por dos observadores, se clasificaron como reflejo pupilar normal y anormal, se obtuvieron sensibilidades en rangos de 82 -94% y especificidad entre el 8 y 16%, el valor predictivo positivo para esta prueba en nuestro estudio fue del 65% y valor predictivo negativo de 29, la variabilidad interobservador fue de 0.537.

Conclusiones. El análisis de los datos rechaza la hipótesis de trabajo donde esperábamos encontrar un reflejo anómalo en el 80% de los casos con ametropía, los números muestran la frecuencia de 79 casos para el observador 1 y de 88

casos para el observador 2, representando 55% y 61% respectivamente de coincidencia de un reflejo anómalo con ametropía.

La hipótesis alterna esperaba encontrar que el 30% de los sujetos emétopes se identificarían como reflejo anormal, en este caso el observador 1 clasificó reflejo anómalo en pacientes emétopes en 15 pacientes y el observador 2, en 6 de todos los casos, representando el 20% y el 8% para cada observador, rechazando entonces también la hipótesis alterna.

De lo anterior podemos concluir que el uso de la cámara del teléfono celular no es el mejor instrumento para identificar ametropías en la población entre 1 a 12 años, pero puede ser anormal hasta en un 61% de los casos, además de que en este estudio solo se clasificó un reflejo como anormal en solo el 20% de los casos, dejando la puerta abierta para futuros estudios.

Los rangos de sensibilidad del 82 al 94% y de especificidad de 8 al 16% nos ayudan a realizar una decisión razonada al utilizar este test; aunque se encuentra en vías de desarrollo y aplicación, el uso que estamos proponiendo dar a la cámara celular es novedoso, está descrito en la literatura el mejoramiento a través de la práctica y de la experiencia del observador.<sup>2,3,4</sup> Los valores predictivos positivos y negativos tienen las desventajas de variar con la prevalencia de la enfermedad, por lo cual los datos de este estudio no es aplicable a todas las regiones. Estamos conscientes de los puntos débiles del estudio, se requieren más datos para validar el uso del teléfono celular como test de tamizaje en las ametropías, además de buscar disminuir la variabilidad interobservador.

Sin embargo el teléfono celular es una herramienta al alcance de algunos sectores de la población y al no haber riesgo alguno en tomar una fotografía, considerando que algunos datos publicados hacen referencia al diagnóstico en su mayoría por familiares a través de la fotografía, se debe estandarizar el proceso para contar con un aliado más en la prevención de enfermedades oculares en la población pediátrica.



## Contenido

1.Marco Teórico. ....	1
2.Justificación.....	4
3.Planteamiento del problema.....	6
4.Objetivos. ....	7
5.Hipótesis.....	8
6.Programa de trabajo. (Sujetos, material y métodos). ....	9
Metodología. ....	9
Universo de trabajo.....	9
Lugar donde se desarrolla. ....	9
Criterios de selección ....	9
Tamaño de muestra.....	10
Análisis estadístico. ....	11
Variables del estudio ....	11
7. Aspectos éticos: .....	15
8. Recursos, financiamiento y factibilidad. ....	16
9.Resultados. ....	17
10.Discusión.....	23
11.Conclusiones.....	24
12.Anexos .....	26

## 1. Marco Teórico.

El reflejo pupilar o test de Brückner se reconoce como herramienta útil para el clínico, en el cual se ilumina simultáneamente ambos ojos y se compara el reflejo rojo que produce en la pupila, esta prueba tiene la ventaja de que puede realizarse con facilidad, principalmente en la población pediátrica, e incluso podría ser realizado por personal no oftalmólogo, identificando las siguientes características: No invasivo, rápida, ayuda a descartar condiciones oculares graves y es barato<sup>3</sup>. Puede ser realizado por personal poco entrenado y su sensibilidad aumenta con la práctica. <sup>2,3,4,5,6,7,8</sup>

Al realizar el test se encuentra diferencias entre el brillo del reflejo rojo, puede ser dado por defectos refractivos importantes, opacidad de medios como cicatrices corneales y catarata, hemovitreo, retinoblastoma, retinopatía de prematuridad, desprendimiento de retina, coloboma, estrabismos, por mencionar algunos.

Gräf & Jung en 2008<sup>9</sup>, publicaron un estudio en donde realizaron el test del reflejo pupilar y estudiaron sus características por personal oftalmólogo y personal no capacitado. El reflejo pupilar anormal fue relacionado a patología oftálmica, dando como resultado del análisis de la prueba una sensibilidad de 78.7% para miopía y 64.7% para astigmatismo; demostró que el aumentar el rango de distancia a 4 metros mejoraba la sensibilidad del test, sobre todo en exploradores no oftalmólogos a diferencia de lo que se describe ampliamente en la literatura de 1 a 1.5 metros. Kothari en 2007<sup>7</sup>, realizó un estudio con 96 sujetos en población pediátrica, donde se les realizó el test de reflejo pupilar, reportando que el test pudo ser realizado en el 100% de los sujetos, tomando apenas 10 segundos por paciente, la meta era identificar ametropías, el test alcanzó una sensibilidad de 91% y una especificidad del 72.8%, con valor predictivo positivo de 85.5% y valores predictivos negativos de 83.6%. Concluyendo que es una herramienta diagnóstica valiosa al menos para las ametropías altas en la población pediátrica.

Un estudio más reciente publicado en 2015, donde Jain, y Kothari, reportaron el uso de esta herramienta con una sensibilidad del 90.2%, y especificidad del

97.7%, y valores predictivos positivos y negativos en 93.2% y 96.6% respectivamente.<sup>6</sup>

De lo anterior podemos concluir que el test de reflejo pupilar, es aceptado por la comunidad médica como una alternativa barata a los photo screener<sup>(a)</sup> utilizados en países de primer mundo y poco viables en países en vías de desarrollo<sup>3</sup>. Es ampliamente aceptado que este test tiene ventajas tales como: fácil de realizar, se puede entrenar personas con casi ningún esfuerzo, se puede realizar a una amplia población en poco tiempo, tiene una sensibilidad y especificidad aceptable, la sensibilidad y especificidad aumenta con la práctica<sup>7</sup>.

La Academia Americana de Pediatría, la Asociación Americana de Ortopticos<sup>(b)</sup> Certificados, la Asociación Americana de Oftalmología Pediátrica y Estrabismo, la Academia Americana de Oftalmología y la sociedad pediátrica de Canadá, recomiendan la realización del test en la etapa neonatal y repetidamente en las consultas subsecuentes de niño sano.<sup>2</sup> la Academia americana de oftalmología reconoce en su artículo “ojos sanos” la utilidad del reflejo rojo obtenido en una fotografía para identificar problemas oculares, principalmente los errores refractivos, que de acuerdo al rubro de edad pudiera condicionar ambliopía.<sup>17,18</sup>

Un estudio realizado por que a En 2013, utilizó la cámara Canon Powershot TX1, para identificar estrabismo y anisometropía, donde se reportó una sensibilidad de 0.86 (IC: 0.83-0.89, 95%), los subgrupos fueron los siguientes: estrabismo fue de 0.86, anisometropía de 0.89 y para patología mixta de 0.69, con especificidad de 0.85 para las tres patología estudiadas, concluyendo que el modelo de su cámara CPTX1 aparentemente es fiable para identificar factores de riesgo de ambliopía, aunque reconocen que faltan más estudios para validar los grupos estudiados.<sup>20</sup>

---

(a) dispositivos que pueden estimar el error refractivo y que buscan determinar qué niños están en riesgo de ambliopía. las imágenes obtenidas del reflejo rojo a través de distintas tecnologías pueden ser analizadas por un intérprete humano o por software incorporado en el equipo para evaluar la alineación del ojo y estimar el error refractivo.

(b) Profesión aliada a la profesión de oftalmólogo cuyo principal énfasis es el diagnóstico y manejo no-quirúrgico del estrabismo, la ambliopía y los trastornos del movimiento ocular.

Otro estudio en la literatura consultada a fin a este estudio fue el del Sawhney, et al. (2009), donde se utilizaron fotografías seriadas de pacientes pediátricos, aquellas donde el reflejo pupilar anormal se asoció a cataratas, las fotografías fueron captadas por sus familiares, y estudiadas por el oftalmólogo, este estudio concluyó que las fotografías son útiles para identificar cataratas adquiridas. Aunque encontraron el problema de no obtenerse de manera constante el reflejo rojo en todas las fotografías.<sup>9</sup>

Anecdóticamente muchos problemas oculares han sido identificados con una simple foto, donde se obtuvo el reflejo rojo pupilar, incluso la Academia Americana de Oftalmología reconoce en su artículo “ojos sanos” la utilidad de este dispositivo para identificar problemas oculares, principalmente los errores refractivos, que de acuerdo al rubro de edad pudiera condicionar ambliopía.<sup>25,26</sup>

## 2. Justificación.

El uso del celular podría considerarse como artículo de primera necesidad en algunos estratos de la sociedad actual, la mayoría de la población tiene acceso a un celular con una cámara fotográfica, la cual puede ser usada como herramienta para obtener el reflejo rojo pupilar, pensar en un teléfono celular como photoscreener es una opción válida en países en vía de desarrollo y actualmente una realidad no muy lejana.

En Reino unido se inició una campaña por parte del organismo “Fighting retinoblastoma, childhood eye cancer trust”, donde pide a los padre utilizar su teléfono celular para fotografiar los ojos de sus hijos, orientan acerca de cómo obtener el reflejo pupilar y saber identificar los signos de alarma ante un reflejo rojo anómalo en la población pediátrica.

Por lo anterior, y como está descrito ampliamente en la literatura, el análisis incluso subjetivo del reflejo pupilar es una herramienta fácil de usar, barata y con un rango aceptable de sensibilidad y especificidad, que aumenta con la práctica, y ayuda en la identificación de patología ocular que podría condicionar riesgos en el desarrollo normal de la visión en la población pediátrica; lo novedoso del presente estudio es, que actualmente podemos obtener el reflejo pupilar con la cámara del teléfono celular y obtener una evidencia a través de la fotografía.

La mayoría de los casos con importancia oftalmológica y repercusiones en el desarrollo visual, o incluso implicaciones de vida o muerte en población pediátrica, son identificados por miembros de la familia y por los pediatras, Rahi et al describió que el 68% de las cataratas congénitas fueron diagnosticados por no oftalmólogo en exámenes de rutina, Abramson et al, encontró que en una mayoría los pacientes con retinoblastoma los detecto sus familiares en un 80%, en contra del personal de salud de primer contacto identificando sólo un 8% de su serie estudiada, y los oftalmólogo en un 10%.

En México como en Latinoamérica no existe en la literatura reportada, algún programa de photoscreening o estudio, donde se utilice esta herramienta, la realidad socioeconómica ponen restricciones en la obtención de los photoscreener, no son viables en cuanto costo-beneficio, para la práctica privada de primer contacto, como la institucional en México.

Los países de primer mundo están obteniendo resultados que en un futuro se traducirá en un método de photoscreening universal, que beneficiará a su población preescolar y mejorará la calidad de vida a futuro gracias a intervenciones oportunas.

Es necesario entonces, iniciar con estudios para la validación de este tipo de herramientas que en un futuro podrán estandarizarse y ponerse al alcance de la población, tanto personal relacionado en salud como en la sociedad. El celular al ser un artículo de fácil acceso podría convertirse en una herramienta tecnológica más, para la referencia oportuna de la población pediátrica en riesgo.

### 3. Planteamiento del problema.

El derecho a la salud considerado fundamental e indispensable, es un tema de máxima importancia en el país, con implicaciones sociales, culturales y políticas por mencionar algunas, en el cual se han obtenido grandes avances en las últimas décadas; desgraciadamente el acceso y disponibilidad a centros prestadores de servicios en salud, continua siendo un reto, debido a la extensión territorial del país, centralización de recursos, las diferencias económicas, entre otras; dificulta llegar de manera eficiente a la población, para prestar servicios integrales y de calidad en materia de salud.

Lo anterior, es muchas veces la razón por la cual algunos pacientes son referidos de manera tardía a una consulta de especialidad para la atención de enfermedades, en oftalmología nos encontramos con patologías que de ser diagnosticadas o tratadas oportunamente cambia el panorama en cuanto a calidad de vida del paciente y gastos institucionales, de darse un diagnóstico tardío nos enfrentamos a las secuelas de la enfermedad y paliación como única estrategia médica.

Si prevención es la bandera en materia de salud de los países en vías de desarrollo, y tenemos los datos suficientes que respaldan el uso del reflejo pupilar como herramienta accesible, barata, fácil de usar, para identificar patologías que ponen en riesgo el desarrollo visual en el periodo infantil, y el teléfono celular es considerado indispensable para algunos estratos de la sociedad, surge la siguiente pregunta:

**¿La cámara del teléfono celular es útil para la identificación ametropías a través del análisis del reflejo pupilar en población pediátrica de oftalmología UMAE “La Raza”.?**

## 4. Objetivos.

### ***General.***

Evaluar si la cámara fotográfica del teléfono celular es útil para identificar ametropías a través del análisis del reflejo pupilar, en población pediátrica de oftalmología UMAE “La Raza”.

### ***Específicos.***

- Obtener un banco de imágenes a partir de la muestra sometida a estudio.
- Clasificar el reflejo pupilar como normal, anormal.
- Obtener valores de la especificidad, sensibilidad, valor predictivo negativo, valor predictivo positivo del reflejo pupilar realizado con la cámara del teléfono celular.



## 5. Hipótesis.

### ***Hipótesis de trabajo.***

El 80% de los ojos con alguna ametropía presentaran un reflejo pupilar anormal.

### ***Hipótesis alterna.***

El 30 % de los sujetos de estudio sin ametropía tendrán un reflejo pupilar anormal

## 6. Programa de trabajo. (Sujetos, material y métodos).

### **Metodología.**

Prospectivo, transversal, descriptivo, analítico y observacional.

### **Universo de trabajo.**

Población pediátrica que acuda a la consulta del servicio de oftalmología pediátrica en el CMN "La Raza".

### **Lugar donde se desarrolla.**

Consulta externa del servicio de oftalmología pediátrica del CMN "La Raza".

### **Criterios de selección**

#### Criterios de inclusión.

- Pacientes quien acude al servicio de consulta externa de oftalmología pediátrica del CMN "La Raza".
- Pacientes entre 1-12 años de edad.
- Ambos sexos.
- Pacientes en quienes padres y/o tutor acepte participar bajo consentimiento informado.
- Pacientes con ambos globos oculares

#### Criterios de exclusión.

- Pacientes con cirugía intraocular previa.
- Pacientes con opacidades corneales que impidan ver el reflejo de pupilar.
- Nistagmos.

### Criterios de eliminación.

- Incapacidad para seguir instrucciones para obtener fotografías con foco en pupila.
- Que no se cuente con consentimiento informado firmado por padre o tutor, y testigo.

### Tamaño de muestra.

Para el cálculo de tamaño de la muestra se utilizara una diferencia de proporciones por grupo usando el estadígrafo Z para comparar proporciones de variables dicotómicas

### Hipótesis nula.

- El 80% de los ojos con alguna ametropía presentaran un reflejo pupilar anormal.

### Hipótesis alterna.

- El 30 % de los ojos estudiados sin ametropía tendrán un reflejo pupilar anormal

*Proporción del grupo I: 80% diferencia 20%*

*Proporción del grupo II: 30% diferencia 70%.*

$$n = \left[ \frac{z_{\alpha} \sqrt{2\pi_1(1 - \pi_1)} - Z\beta \sqrt{\pi_1(1 - \pi_1) + \pi_2(1 - \pi_2)}}{\pi_1 - \pi_2} \right]^2$$

Se requiere una muestra de 73 ojos por cada grupo, de la consulta externa de oftalmología pediátrica, del CMN “la Raza”.

## Análisis estadístico.

El análisis estadístico se realizará para las variables cuantitativas medidas de tendencia central, de dispersión, porcentajes, promedios.

Tabla de contingencia 2x2, para obtener sensibilidad, especificidad, además se calculará la variabilidad inter observador con índice Kappá Cohen.

## VARIABLES DEL ESTUDIO

### Ojo.

**Definición conceptual:** Órgano de la vista en el hombre y en los animales.<sup>21</sup>

**Definición operacional:** Se considera la lateralidad de la fotografía tomada.

**Categoría:** Ojo derecho, Ojo izquierdo.

**Tipo de variable.** Dependiente, cualitativa, nominal

### EDAD.

**Definición conceptual:** Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales.<sup>21</sup>

**Definición operacional:** El tiempo de vida de los sujetos al momento de la fotografía en años cumplidos.

**Categoría:** 1, 2, 3, 4, 5, 6,7,8,9,10,11,y 12.

**Tipo de variable:** Dependiente, cuantitativa, continúa.

### Sexo.

**Definición conceptual:** Condición orgánica que permite distinguir a hombres de mujeres de acuerdo a su composición y características biológicas.<sup>21</sup>

**Definición operacional:** Se identificará el género de acuerdo al registrado en el expediente.

**Categorías:** Masculino, femenino.

**Tipo de Variable:** Dependiente, cualitativa, nominal

### *Prueba de reflejo pupilar con cámara fotográfica:*

**Definición conceptual:** Herramienta diagnóstica donde se utiliza una cámara, iluminando simultáneamente ambos ojos y comparando el reflejo pupilar que se produce a nivel pupilar similar al reflejo rojo de Brückner.<sup>2</sup>

**Definición operacional:** Se observará el reflejo pupilar que se muestre en una fotografía, tomada con una cámara de teléfono celular. Anexo 5

### **Categorías:**

- *Reflejo pupilar normal.* Color rojo homogéneo, presente simultáneamente en ambos ojos.
- *Reflejo rojo anormal.* Cualquier color diferente al rojo, color rojo heterogéneo u opaco, diferencia entre ambos ojos en brillo o color.

**Tipo de Variable:** Dependiente, cualitativa, nominal.

### *Ametropía:*

**Definición conceptual:** Se conoce como **ametropía** cualquier defecto ocular que ocasione un enfoque inadecuado de la imagen sobre la retina, causando por lo tanto una disminución de la agudeza visual.<sup>21</sup>

**Definición operacional:** Utilizaremos la refracción y/o diagnóstico de ametropía que se encuentre registrado en el expediente clínico, o el dado por un autorefractor al momento de la fotografía, puede ser más de uno, de acuerdo a la historia del paciente en el servicio. Se registrará en caso de existir el defecto en las siguientes ametropías:

### **Categorías:**

- Emétrope. Condición óptica ideal, de manera que el ojo, sin acomodación, logra converger por refracción los rayos lumínicos con origen en el infinito, enfocando justo sobre la retina. Se obtiene una imagen clara de los objetos tanto lejanos como cercanos.

- Miopía: anomalía de refracción en la que el sistema dióptrico ocular en reposo focaliza los rayos por delante de la retina. No permite enfocar objetos que se encuentran lejos.
- Hipermetropía: es el error de refracción en el que el sistema óptico ocular, en reposo, focaliza los rayos que llegan paralelos, por detrás de la retina. No permite enfocar objetos que se encuentran cerca.
- Astigmatismo: es aquel estado refractivo en el que no existe un punto focal donde se proyecte la luz que ingresa paralela al sistema dióptrico, en otras palabras no hay refracción de la luz igual en todos los meridianos del sistema óptico. Puede ser miópico simple o compuesto, hipermetrope simple o compuesto y del tipo mixto. Malas imágenes que pueden ser cercanas o lejanas, incluso ambas.

**Tipo de variable:** Dependiente, cualitativa, nominal

*Estado refractivo.*

**Definición conceptual.** Cualidad de la luz de cambiar de dirección cuando pasa de un medio a otro, en el ojo humano el estado refractivo determina el foco de la luz para formar la imagen en la retina.

**Definición operacional.** Tomaremos el estado refractivo que presente el paciente al momento de la fotografía, este dato se obtendrá en componente esférico, cilíndrico o esfero cilíndrico que aparezca en el expediente, el que se tome de un autorefractor o por retinoscopia objetiva. Del ojo derecho e izquierdo en cada caso.

**Categorías:**

Ojo derecho: Esfera, Cilindro, Esfero-cilindro

Ojo izquierdo. Esfera, Cilindro, Esfero-cilindro

**Tipo de variable:** Dependiente, cualitativa, nominal

*Clasificación del reflejo pupilar y tipo de ametropía*

**Definición conceptual:** Herramienta diagnóstica donde se utiliza una cámara fotográfica iluminando simultáneamente ambos ojos y comparando el reflejo rojo que se produce a nivel pupilar.<sup>2</sup>

**Definición Operacional:** Se relacionará el tipo de ametropía y reflejo rojo obtenido por cada ojo para conocer el resultado de cada ametropía y se registrará en las siguientes categorías:

**Categorías:**

Ametropía	Reflejo rojo normal, anormal.
<b>Miopía</b>	
<b>Hipermetropía</b>	
<b>Astigmatismo miopico simple</b>	
<b>Astigmatismo miopico compuesto</b>	
<b>Astigmatismo hipermetrópico simple</b>	
<b>Astigmatismo hipermetrópico compuesto</b>	
<b>Astigmatismo mixto</b>	
<b>Emétrope</b>	

**Tipo de Variable:** Dependiente, cualitativa nominal

## 7. Aspectos éticos:

No implica problemas éticos en su atención o procedimiento, ya que todos los pacientes que acuden al servicio de oftalmología, parte de la exploración incluye, refracción, fondo de ojo bajo midriasis.

Se solicitará firma de consentimiento informado de padres o tutor para realizar este estudio por escrito. Cumple con procedimientos propuestos están de acuerdo con las normas éticas, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y con la declaración de Helsinki 64<sup>a</sup> Asamblea general, fortaleza, Brasil, Octubre de 2013 y sus enmiendas, así como los códigos y normas Internacionales vigentes para las buenas prácticas en la investigación clínica. Se respetarán cabalmente los principios contenidos de Bradford Hill y el Código de Reglamentos Federales de Estados Unidos (Regla Común).



## 8. Recursos, financiamiento y factibilidad.

### Recursos.

Para este estudio se requieren el siguiente material y equipo el cual será donado por los investigadores que ya cuentan con el equipo y material:

- PC.
- Teléfono Celular (Donado por residente y médico adscrito)
- Paquetería Office.
- Midriático.
- Papelerías varias.
- Consultorio.

### Factibilidad.

Es posible su realización ya que se dispone de los recursos humanos, población pediátrica e instalaciones. Sin representar gasto insostenible para el investigador o institución.

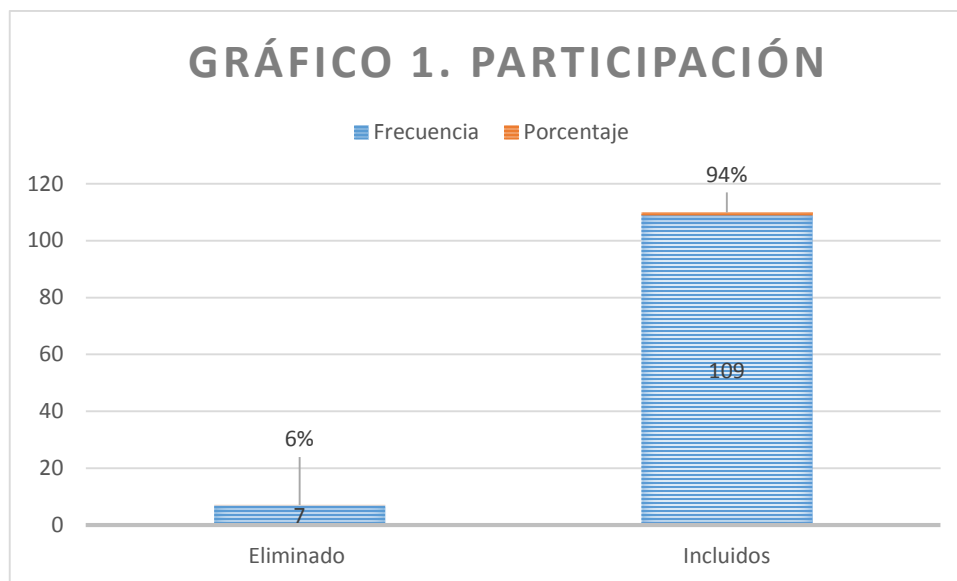
## 9. Resultados.

Durante el tiempo que duro el estudio participaron 116 niños entre 1 y 12 años de edad, lo que representaron un total de 218 globos oculares sujetos a estudios, de los participantes se incluyeron un total de 109 niños y se eliminaron 7 por imposibilidad de obtener una fotografía adecuada para el análisis.

(Tabla 1, Gráfico 1).

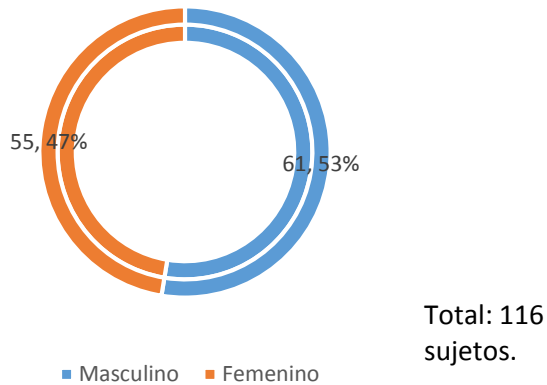
Tabla 1. Universo de estudio

Estado	Frecuencia	Porcentaje
Eliminado	7	6%
Incluidos	109	94%
Total	116	100%



De la población estudiada, los géneros mostraron una distribución equilibrada, los participantes mostraron una frecuencia de 61 para el género masculino y 55 para el femenino, no mostrando distribución con tendencia a un género en específico. (Gráfico 2)

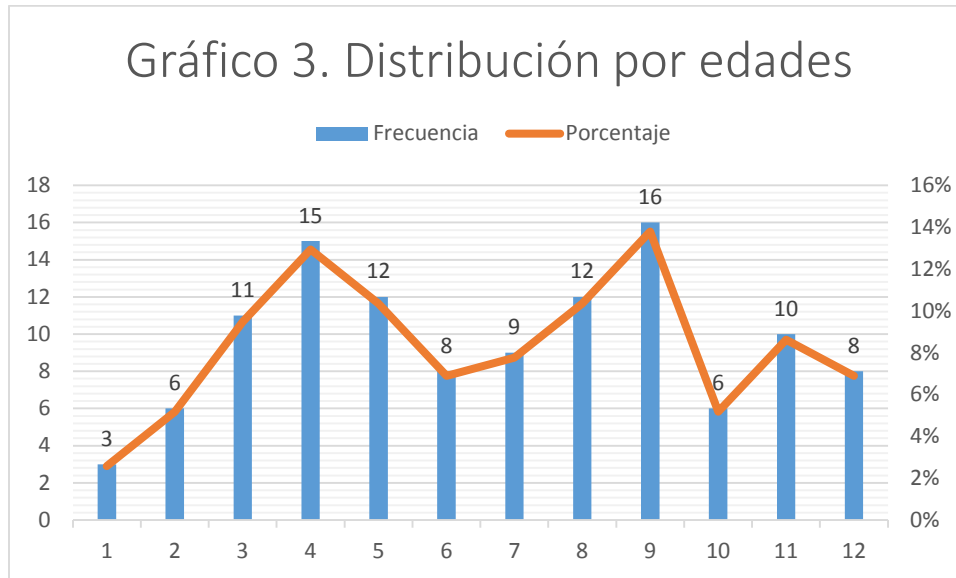
Gráfico 2.  
Distribución por generos.



Dentro de esta población de estudio de niños entre 1 y 12 años de edad, la distribución por edades mostró dos picos de frecuencia en las edades de 4 años con 15 participantes y 9 años con 16 participantes, seguido por las edades de 5 y 8 años. La edad que más participo fueron niños en edad de 9 años y los que menos participaron fue la población comprendida en 1 año de edad. (Tabla2, Gráfico 3)

Tabla. 2

Edad	Frecuencia	Porcentaje
1	3	3%
2	6	5%
3	11	9%
4	15	13%
5	12	10%
6	8	7%
7	9	8%
8	12	10%
9	16	14%
10	6	5%
11	10	9%
12	8	7%
<b>Total</b>	<b>116</b>	<b>100%</b>

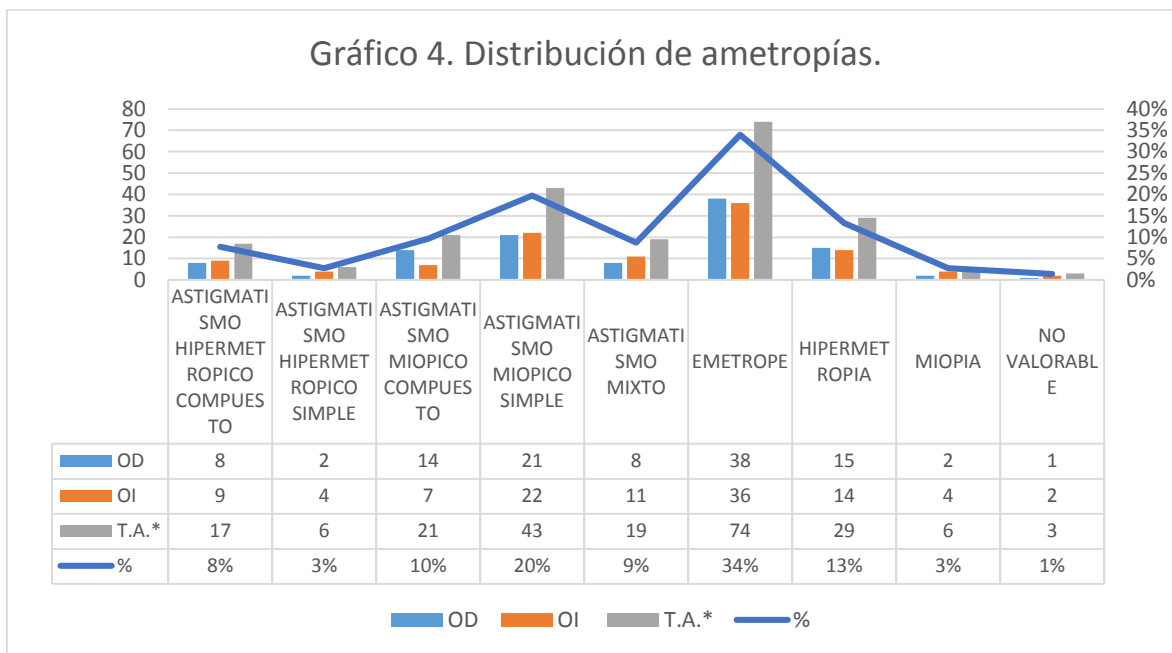


Se analizaron un total de 218 ojos, en una población de 108 pacientes, el diagnóstico en la identificación de ametropías se llevó a cabo analizando los datos obtenidos por autorefractor, equiascopia objetiva o lo asentado en el expediente del paciente según cada caso, donde se identificaron déficit refractivo en esfera y/o el cilindro del globo ocular, tomando como cohorte un déficit menor de 0.75 como no intervención para el estado refractivo del globo ocular. En dos pacientes no se pudo obtener el estado refractivo por opacidad congénita del cristalino sin repercutir en el objetivo del estudio. Del total de los sujetos 144 presentaban una ametropía representando un 66% de los pacientes y 74 fueron emétopes; arrojando una prevalencia para este estudio del 66% en el universo estudiado. (Tabla 3)

Estado refractivo	Frecuencia	%
Emétopes	74	34%
Amétopes	144	66%
Total	218	100%

Tras el análisis de los datos recolectados, las ametropías fueron diagnosticadas utilizando el método de cruz óptica, encontrando como la ametropía más frecuente en la población el astigmatismo miópico simple con 43 casos (20%), seguido de la hipermetropía en 29 pacientes (13%) y el astigmatismo miópico compuesto una frecuencia de 21 casos (10%), en contraste la miopía (6 pacientes) y el astigmatismo hipermetrópico simple (6 pacientes) fueron los que mostraron la menor de las frecuencias. (Tabla 4, Gráfico 4)

Tabla 4. Frecuencia de ametropías.				
Estado refractivo	OD	OI	T.A.*	%
ASTIGMATISMO HIPERMETROPICO COMPUESTO	8	9	17	8%
ASTIGMATISMO HIPERMETROPICO SIMPLE	2	4	6	3%
ASTIGMATISMO MIOPICO COMPUESTO	14	7	21	10%
ASTIGMATISMO MIOPICO SIMPLE	21	22	43	20%
ASTIGMATISMO MIXTO	8	11	19	9%
HIPERMETROPIA	15	14	29	13%
MIOPIA	2	4	6	3%
NO VALORABLE	1	2	3	1%
<b>TOTAL</b>	<b>71</b>	<b>73</b>	<b>144</b>	<b>66%</b>
*T.A. Total acumulado.				



De la obtención y análisis de las fotografías obtenidas del reflejo pupilar, se realizó por una sola persona maximizando la estandarización de las condiciones externas, obteniendo las siguientes experiencias:

- Se obtiene la muestra en 1 minuto o menos por sujeto.
- Las edades entre 1-3 años representan dificultad técnica para obtener una fotografía adecuada.
- Se requiere un promedio de 2 fotografías por sujetos.

Se analizaron un total de 116 fotografías, lo que representan un total de 218 ojos, por 2 observadores los cuales aceptaron participar en el proyecto, se les dio una inducción acerca de cuáles eran las características a identificar en el reflejo pupilar, para calificarlo como reflejo normal o reflejo anormal. Se obtuvieron para este estudio una sensibilidad en rangos de 82-94% y una especificada de 8 – 16%. (Tabla 5)

	Reflejo anormal	Reflejo normal	Sensibilidad	Especificad
observador 1	78	140	82	16
Observador 2	60	158	94	8

Utilizando la herramienta de tabla de contingencia de 2x2, partiendo del cálculo de la especificidad de las pruebas mostradas en este estudio, se obtuvo un valor predictivo positivo entre 65 al 66% y un valor predictivo negativo en rangos de 29 al 41%. Los datos para las conclusiones anteriores son expuestos en las tablas 6 y 7.

Tabla 6. tabla de contingencia					
OBSERVADOR 1					
	AMETROPIA	EMETROPIA	TA	VPP	VPN
REFLEJO ROJO ANORMAL	117.9816	63.7432	181.7248	65%	29%
REFLEJO ROJO NORMAL	25.8984	10.3768	36.2752		
TOTAL ACUMULADO	143.88	74.12	218		
TA. Total acumulado; VPP. Valor predictivo positivo; VPN. Valor predictivo negativo.					

Tabla 7. Tabla de contingencia					
OBSERVADOR 2					
	AMETROPIA	EMETROPIA	TA	VPP	VPN
REFLEJO ROJO ANORMAL	135.2472	68.1904	203.4376	66%	41%
REFLEJO ROJO NORMAL	8.6328	5.9296	14.5624		
TOTAL ACUMULADO	143.88	74.12	218		
TA. Total acumulado; VPP. Valor predictivo positivo; VPN. Valor predictivo negativo.					

Se estimó la variabilidad interobservador con el índice de Kappa Cohen, obteniendo un valor de 0.537, proporciones de conformidad observada del 79.8%, proporción de conformidad esperada menos azar del 23.4% y una máxima conformidad no debida al azar del 43.6%, lo anterior a través de los cálculos expresados en la tabla 8.

Tabla 8. Concordancia interobservador.			
	Observador 1		
Observador 2	Anormal	Normal	Total
Anormal	47	13	60
Normal	31	127	158
Total	78	140	218
Kappa es igual a 0.537			

En este estudio la concordancia interobservador es moderada, no siendo lo ideal pero es válido para esta aplicación de la tecnología.

## 10. Discusión.

El test del reflejo pupilar es un test validado y aceptado internacionalmente, por ser no invasivo, rápido, ayuda a descartar condiciones oculares graves además de ser barato<sup>3</sup>. Puede ser realizado por personal poco entrenado y su sensibilidad aumenta con la práctica.<sup>2,3,4,5,6,7,8</sup> Lo anterior pudo ser comprobado al realizar este estudio, las conclusiones siguen vigentes desde sus inicios.

Sin embargo la realización de este test con la cámara fotográfica del teléfono celular tiene algunas aristas estadísticas a considerar, la sensibilidad y especificidad resultantes en este estudio son más altas que algunos estudios reportados a ejemplificar Gräf & Jung en 2008<sup>9</sup> pero menores a lo reportado en otras series Kothari en 2007<sup>7</sup> y Jain, y Kothari<sup>6</sup> 2015. Esto demuestra los rangos amplios de la prueba y la dependencia a la interpretación del explorador, que está directamente relacionado a su experiencia.

En un enfoque por tratar de validar el uso de esta herramienta con la tecnología actual, encontramos a Sadat, et al. Quien en 2011 utilizó una cámara fotográfica e identifico estrabismos y anisometropía encontrando una sensibilidad en promedio del 0.80, pero su población es diferente a la estudiada en el presente estudio.

Existe la aceptación por parte de la comunidad del uso de la fotografía para detectar enfermedades oculares, pero están dirigidos a diagnósticos ominosos como el retinoblastoma; hasta el momento de esta redacción este es el primer estudio en México y Latinoamérica donde se intenta validar el uso del celular para identificar ametropías en la población pediátrica, por lo que los resultados servirán de base para estudios futuros.



## 11. Conclusiones.

El análisis de los datos rechaza la hipótesis de trabajo donde esperábamos encontrar un reflejo anómalo en el 80% de los casos con ametropía, los números muestran la frecuencia de 79 casos para el observador 1 y de 88 casos para el observador 2, representando 55% y 61% respectivamente de coincidencia de un reflejo anómalo con ametropía.

La hipótesis alterna esperaba encontrar que el 30% de los sujetos emétopes se identificarían como reflejo anormal, en este caso el observador 1 clasifico reflejo anómalo en pacientes emétopes en 15 pacientes y el observador 2, en 6 de todos los casos, representando el 20% y el 8% para cada observador, rechazando entonces también la hipótesis alterna.

De lo anterior podemos concluir que el uso de la cámara del teléfono celular no es el mejor instrumento para identificar ametropías en la población entre 1 a 12 años, pero puede ser anormal hasta en un 61% de los casos, además de que en este estudio solo se clasifico un reflejo como anormal en solo el 20% de los casos, dejando la puerta abierta para futuros estudios.

Los rangos de sensibilidad del 82 al 94% y de especificidad de 8 al 16% nos ayudan a realizar una decisión razonada al utilizar este test; aunque se encuentra en vías de desarrollo y aplicación, el uso que estamos proponiendo dar a la cámara celular es novedoso, esta descrito en la literatura el mejoramiento a través de la práctica y de la experiencia del observador.<sup>2,3,4</sup> los valores predictivos positivos y negativos tienen las desventajas de variar con la prevalencia de la enfermedad, por lo cual los datos de este estudio no es aplicable a todas las regiones.

Estamos conscientes de los puntos débiles del estudio, se requieren más datos para validar el uso del teléfono celular como test de tamizaje en las ametropías, además de buscar disminuir la variabilidad interobservador.

Sin embargo el teléfono celular es una herramienta al alcance de algunos sectores de la población y al no haber riesgo alguno en tomar una fotografía, considerando

que algunos datos publicados hacen referencia al diagnóstico en su mayoría por familiares a través de la fotografía, se debe estandarizar el proceso para contar con un aliado más en la prevención de enfermedades oculares en la población pediátrica.

## 12. Anexos

### *I. Carta de consentimiento informado.*

#### **Investigación.**

Identificación de ametropías a través del análisis del reflejo pupilar obtenido con cámara fotográfica de teléfono celular, en población pediátrica de oftalmología UMAE “La Raza”.

#### **Investigadores:**

Dra. Claudia Nayeli Camacho Martínez Médico adscrito al servicio de Oftalmología Pediátrica del Centro Médico Nacional La Raza

Dr. Rosales Coll Eduardo Alejandro. Residente de Oftalmología general.

#### **Estimado(a) Señor(a):**

#### **Introducción/Objetivo:**

El Instituto Mexicano del Seguro Social está realizando un proyecto de investigación en colaboración del servicio de oftalmología pediátrica. El objetivo del estudio es utilizar un teléfono celular como herramienta para obtener el reflejo pupilar y analizar las imágenes obtenidas de la población pediátrica, de la consulta de oftalmología del CMN “La Raza”.

El estudio se está realizando en Población de 1 a 12 años de edad, que asista a la consulta del servicio de oftalmología pediátrica en el CMN “La Raza”.

#### **Procedimientos:**

Como parte de su participación en el estudio le pedimos nos permita tomar fotografías de su hija (o), con objeto de obtener el reflejo pupilar. En las fotografías que tomaremos aparecerá el rostro de su hijo, pero el enfoque o nitidez está dirigido a los ojos, Las fotografías se utilizarán para analizar el color del reflejo pupilar y asociarlo a la existencia o no de ametropías, no se utilizaran para exposición.

**Beneficios:** Usted no recibirá un beneficio directo por las fotografías que se le tomarán a su hijo, sin embargo si usted acepta participar, estará colaborando con el IMSS para ayudar en un futuro a realizar un programa de Photoscreening para patologías oculares y ayudar a personas que se beneficiaran con un diagnóstico oportuno.

**Confidencialidad:** Su nombre siempre será confidencial, ya que no se mencionará en las fotografías. Tampoco aparecerá en los documentos relacionados al proyecto, ni en la exposición/publicación de las mismas. Las fotografías originales las conservará el investigador responsable en un lugar seguro.

**Riesgos Potenciales/Compensación:** No hay riesgo alguno ya que no podrá ser identificado(a) en las fotografías y la dilatación de pupilar forma parte de la exploración básica que se realiza en la consulta del servicio de Oftalmología Pediátrica. Usted no

recibirá ningún pago por permitirnos tomar las fotografías, y tampoco implicará algún costo para usted.

**Participación Voluntaria/Retiro:** Su participación es totalmente voluntaria. Es decir, Usted no está obligado(a) a permitir que se le tome una fotografía a su hijo. Tiene todo el derecho de negarse a participar y esta decisión no le traerá consecuencia alguna.

**Números a Contactar:**

Si usted tiene alguna pregunta, comentario o preocupación con respecto al proyecto, por favor comuníquese con el investigador(a) responsable del proyecto: Dra. Claudia Nayeli Camacho Martínez, y/o colaborador: Dr Rosales Coll Eduardo al siguiente número de teléfono 5574380144 en un horario de 14 a 18 hrs.

“En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a : Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS, Av. Cuauhtémoc 330, 4ª piso bloque “B” de la unidad de congresos, Col. Doctores, Ciudad de México, c.p. 06720; tel: 56 27 69 00 ext: 21230, correo electrónico: [comisión.eticaimss.gob.mx](mailto:comisión.eticaimss.gob.mx)” . Si usted acepta participar en el estudio, le entregaremos una copia de este documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

Nombre del tutor o responsable

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre de testigo1:

Firma: \_\_\_\_\_

(Día/Mes/Año)

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre de testigo2:

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre de la persona que obtiene el consentimiento:

(Día/Mes/Año)

## **II. Hoja de captura de datos.**

N° de sujeto. \_\_\_\_\_.

Fecha: \_\_\_\_\_.

### **1.- Datos generales. (Llene con letra de molde)**

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ NSS. \_\_\_\_\_

ID. Archivo. Fotografía. \_\_\_\_\_

### **2.-Variables. Marque con una X, según corresponda**

Diagnostico refractivo.

Emétrope.

Miopía.

Hipermetropía.

Astigmatismo. \_\_\_\_\_.

En caso de diagnóstico refractivo para ametropía,  
Anote la refracción.

Ojo derecho

Esfera \_\_\_\_\_

Cilindro \_\_\_\_\_

Esfero-cilindro \_\_\_\_\_

Ojo izquierdo.

Esfera \_\_\_\_\_

Cilindro \_\_\_\_\_

Esfero-cilindro \_\_\_\_\_

### **3.-Clasificación del reflejo pupilar.**

**OJO DERECHO**

Normal.

Anormal.

**OJO IZQUIERDO**

Normal.

Anormal.

### ***III. Procedimiento de la toma de fotografía, para análisis del reflejo pupilar.***

Se invitará y explicará a los tutores y los pacientes que acudan a revisión, o por primera vez al servicio de oftalmología pediátrica del CMN La Raza.

Se solicitará el consentimiento informado por escrito, por parte de los tutores, para participar en el estudio.

Se llevara a los tutores y pacientes, a un consultorio, el cual deberá encontrarse en condiciones mesópicas de iluminación.

Se colocarán, gotas de midriasis farmacológica y se dejara al paciente junto con el tutor durante quince minutos, en el consultorio.

Se tomaran fotografías en midriasis farmacológica, estandarizadas de la siguiente forma:

Se obtendrá el reflejo pupilar utilizando el flash integrado, coaxialmente a la cámara del teléfono celular.

Se realizara la toma de fotografía a 1 .5 metros del paciente.

El paciente debe de estar de frente.

Se debe iluminar de manera simultánea ambos ojos.

Obtención de imágenes debe cumplir las características de:

Formatos JPG y RAW.

Imagen no sobre o sub expuesta, se hará utilización del histograma de colores, ajustes de velocidad de obturador, de apertura de obturador, sensibilidad, ajuste de blancos automático.

El sujeto debe estar de frente, ambos ojos abiertos.

Foco en plano pupilar.

Las imágenes obtenidas, serán valoradas por dos observadores, bajo el siguiente procedimiento:

Se realizaran ajustes de exposición, para obtener una imagen con exposición adecuada, de acuerdo al histograma de colores.

Se ajustará a la imagen con un acercamiento que permita valorar ambos ojo simultáneamente.

Los investigadores consideraran para la evaluación de las imágenes: presencia y/o ausencia del reflejo pupilar en uno o ambos ojos, la diferencia de brillo entre ambos ojos del reflejo pupilar, presencia del color del reflejo pupilar, (rojo, amarillo, blanco, negro), si el reflejo es homogéneo o heterogéneo a la observación.

Tras valoración del reflejo pupilar, se emitirá la percepción obtenida, como:

Reflejo pupilar normal. Color rojo homogéneo, presente simultáneamente en ambos ojos.  
*Reflejo rojo anormal.* Cualquier color diferente al rojo, color rojo heterogéneo u opaco, diferencia entre ambos ojos en brillo o color. En uno o ambos ojos.

La información recabada por el investigador será puesta en un banco de datos en una hoja de Microsoft Excel, y analizada estadísticamente.

#### IV. Cronograma de actividades.

Actividad	Enero	Febrero	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Elaboración del proyecto de investigación.						
Búsqueda de referencias documentales.						
Lectura de documentos.						
Revisión y aceptación de protocolo.						
Recolección de Fotografías.						
Análisis de fotografías.						
Redacción y análisis del primer borrador del reporte.						
Redacción del segundo borrador del reporte.						
Presentación del reporte final.						
	Fase Teórica.		Recolección de datos.		Reporte	



### **13. Bibliografía**

1. Groot, M., Helm, F. y Simonz, H.(2015). The Mechanism Underlying the Brückner Effect Studied with an Automated, High-Resolution, Continuously Scanning Brückner Device. *Strabismus*, 23(2), 85-100.
2. McLaughlin, C. y Levin, A. (2006). The Red Reflex. *Pediatric Emergency Care*, 22(2), 137:140.
3. Kothari, M., Turakhia, J., Vijayalakshmi, P., Karthika, A. y Nirmalan, P. 2003. Can the Brückner test be used as a rapid screening test to detect amblyogenic factors in developing countries? . *American Orthopic Journal*, 53, 121-126.
4. Patel, N., Salchow, D. y Materin, M. 2013. Differential and approach to leukocoria. *Connecticut medicine*, 77 (3), 133-140.
5. Mussavi, M., Asadollahi, K., Janbaz, F., Mansoori, E. y Abbasi, N. 2014. The Evaluation of Red Reflex Sensitivity and Specificity Test among Neonates in Different Conditions. *Iranian Journal of Pediatrics*, 24 (6), 697-702.
6. Jain, P., Gode, V. y Kothari M. 2015. Brückner test: a novel technique for the rapid detection of refractive errors in children by the pediatricians. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 19(4), 48.
- 7.Kothari, M. 2007. Can the Brückner test be used as a rapid screening test to detect significant refractive errors in children?. *Indian journal Ophtalmology*, 55, 213-215.
8. Sun, M., Ma, Aihua., Li, F., Cheng, K., Zhang, M., Yang H. et al. (2016).Sensitivity and Specificity of Red Reflex Test in Newborn Eye Screening. *The journal of pediatrics*, 179, 192-196.
- 9.Gräf, M. y Jung A. (2008). The Brückner test: extended distance improves sensitivity for ametropía. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*,246, 135–141.

10. Paysse, E., Williams, G., Coats, D. y Williams Eric, A. (2001). Detection of Red Reflex Asymmetry by Pediatric Residents Using the Brückner Reflex Versus the MTI Photoscreener. *Pediatrics*, 108 (4), 1-7.
11. Bani, S., Amitava, A., Sharma, R. y Danish, A. (2013). Beyond photography: Evaluation of the consumer digital camera to identify strabismus and anisometropia by analyzing the Bruckner's reflex. *Indian Journal of Ophthalmology*, 61(10), 608:6011.
12. Definición ABC. Definición de cámara fotográfica. Recuperado el 09 de Mayo de 2017, <https://www.definicionabc.com/tecnologia/camara-fotografica.php>
13. quecamarareflex.com. cómo funciona el sensor de una cámara digital. Recuperado el 09 de Mayo de 2017, <http://quecamarareflex.com/como-funciona-el-sensor-de-una-camara-digital/>
14. Xataka. Tamaño del sensor y calidad de la cámara del smartphone: todas las claves. Recuperado el 9 de Mayo de 2017, <https://www.xataka.com/moviles/tamano-del-sensor-y-calidad-de-la-camara-del-smartphone-todas-las-claves>
15. Sawhney, G., Hutchinson, A. y Lambert, Scott. 2009. The value of serial personal photographs in timing the onset of unilateral cataracts in children. *J AAPOS*, 13(5): 459–462.
16. Fighting retinoblastoma, childhood eye cancer trust. Recuperado el 01 de Mayo de 2017 de, <https://cheet.org.uk/>.
17. American Academy of Ophthalmology. Ojos sanos . Recuperado el 01 de Mayo de 2017, de <https://www.aao.org/salud-ocular/consejos/fotos-que-pueden-ayudar-diagnosticar-problemas-ocu>
18. computer Hoy.com. El cáncer se puede detectasr con la cámara de un móvil. Recuperado el 01 de Mayo de 2017, <http://computerhoy.com/noticias/life/cancer-ojos-puede-detectar-camara-del-movil-28455>.

19. personal.us.es. Percepción del color, José Cortés Parejo.(2010). Recuperado el 09 de Mayo de 2017 de [https://personal.us.es/jcortes/Material/Material\\_archivos/Articulos%20PDF/Color.pdf](https://personal.us.es/jcortes/Material/Material_archivos/Articulos%20PDF/Color.pdf)
20. cristalab.com. ¿Qué es RGB? Red Green Blue. Recuperado el 11 de Mayo de 2017, de <http://www.cristalab.com/tutoriales/que-es-rgb-red-green-blue-c47782/>
21. **Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española**, *Diccionario esencial de la lengua española*. Madrid: Espasa, 2006.