

# Efecto del tipo de lente y grupo de edad en la visión del paciente a través del tiempo

Priscilla Rivera Gutiérrez <sup>3</sup>

[priscillarivera0109@gmail.com](mailto:priscillarivera0109@gmail.com)

## RESUMEN

El uso de las técnicas de los diseños de medidas repetidas resulta ser una herramienta muy útil en el área de la salud, ya que permite analizar la salud de los pacientes observando su línea de tendencia a través del tiempo. El presente artículo expone los resultados del trabajo de investigación con el objetivo principal de estudiar la visión de los pacientes a través de un análisis estadístico por medio de un diseño de medidas repetidas, considerando que es recomendable realizarse el examen de la vista al menos una vez al año. Además de analizar el efecto del tipo de lente (bifocal y progresivo) y grupo de edad (menor de edad, adulto y adulto mayor), sobre la dioptría de los pacientes. Se encuentra que existe linealidad de acuerdo con los exámenes de la vista practicados en los pacientes, así como tendencia de cambio a través del tiempo. Se espera que, al término de la lectura, el artículo entregue un enfoque más claro y conciso sobre la visión y su línea de tendencia a través del tiempo.

**PALABRAS CLAVES:** Dioptría, progresivo, bifocal, mediciones repetidas, cadenas de Markov.

## INTRODUCCIÓN

El sentido de la vista es considerado fundamental para nuestra vida diaria, incluso el más importante, ya que es el que nos permite percibir el entorno y desarrollar nuestras actividades. Por lo que se considera fundamental su cuidado y prevención. Por lo que se recomienda realizarse el examen de la vista al menos una vez al año. (Solórzano, 2012).

La visión. Suele verse afectada por errores refractivos, definidos como una alteración ocular que se debe a un defecto de enfocar la luz, pero, también pueden ser ocasionados por una variedad de enfermedades que afectan el paso de la luz de la córnea a la retina, estos producen la disminución de la agudeza visual. Se clasifican en miopía, hipermetropía y astigmatismo. (Carrion, 2012).

Cabe destacar que es importante la aplicación de un tratamiento para los errores refractivos, ya que en una revisión Cochrane realizada en el 2014 concluye que no existe suficiente evidencia para recomendar ninguna intervención para prevenir la progresión de los defectos refractivos. Como prevención y tratamiento de errores refractivos, con el fin de detener la progresión de estos y mejorar la agudeza visual se encuentra el uso de lentes como tratamiento simple y seguro antes que la cirugía, dentro del tipo de lente se encuentran los progresivos y bifocales, sin embargo, no existe evidencia para recomendación de acuerdo a los

---

<sup>3</sup> Estudiante de la Universidad de Costa Rica

grupos de edad, al no tener efectos estos sobre el paciente, se recomienda la cirugía. (Maseras, 2015).

En el cuidado de la visión se debe considerar, además, con el paso del tiempo, la edad ya que la vista de las personas cambia, algunos cambios son considerados normales por la edad avanzada y otros por enfermedades relacionadas con la edad, conforme se envejece la calidad de la vista disminuye y se recomienda el tratamiento de lentes, considerando además que este puede contribuir en la mejoría de la visión del paciente a través del tiempo. (Domingo, Gómez y Sánchez, 2005)

El objetivo general de este estudio observacional, es determinar si existe una línea de tendencia de cambio de la dioptría a través del tiempo. Para responder al problema del estudio ¿Los pacientes presentan una línea de tendencia de cambio de la visión a través del tiempo?

Por estas razones, se desea investigar como objetivos específicos, el efecto que tiene el tipo de lente y el grupo de edad en la visión del paciente a través del tiempo, por medio de la variable dioptría, definida esta como la unidad del grado del defecto visual, a través del tiempo, considerando al paciente con mejor visión el que presente un grado de cero dioptrías.

De acuerdo con una investigación de Carratala (2005), para la relación de los errores refractivos con respecto a la edad se tiene que con el aumento de la edad una prevalencia de la hipermetropía, pasados los 65 años.

Para este artículo, se abordará el efecto de tipo de lente y grupo de edad en la visión de los pacientes a través del tiempo, utilizando el diseño de medidas repetidas seleccionando el modelo adecuado. Se considerará la potencia de prueba para determinar si el tamaño de muestra utilizado fue el adecuado para realizar el estudio, además, se realizará un análisis comparativo desde un enfoque frecuentista frente a un enfoque Bayesiano.

## **METODOLOGIA**

El presente trabajo de investigación está basado en los datos de los expedientes pacientes de la óptica Popular, ubicada en Esparza Puntarenas, de la Doctora Tania Sánchez Badilla, considerando un tamaño de muestra de cincuenta pacientes, donde se realizan examen de la vista con regularidad, una vez al año, para medir su visión y analizar el efecto del tipo de lente clasificados en bifocal y progresivo y su grupo de edad clasificados en tres rangos: Menores (menores de 18 años), adultos (de 18 años y menores de 65 años) y mayores (de 65 años en adelante), sin embargo, para este estudio se considera la variable predictora en meses, ya que los pacientes no suelen realizarse el examen de la vista al año exacto. Se debe verificar el supuesto de linealidad mediante un análisis gráfico, que permita observar las mediciones sobre las líneas de tendencia. Para cada paciente se tomo en cuenta cuatro mediciones en el tiempo y la variable dioptría se considera en un rango de 0.25 a 2.09.

Para analizar si la cantidad de pacientes era representativa para el estudio, es necesario realizar una potencia de la prueba que permita comprobar si la muestra para el estudio es muy representativa.

Para este estudio se construyen modelos estadísticos donde se comparan dos modelos, un modelo inicial con efecto y un segundo modelo sin efecto y a través de pruebas de hipótesis, mediante un análisis de variancia (ANOVA) y de acuerdo con la probabilidad asociada obtenida se toma la decisión de rechazar o no la hipótesis.

El modelo lineal es entonces:

$$Y_{i,j,k} = \beta_0 + \beta_1 M + \alpha_j + \alpha_j * M + T_k + T_k * M + (\alpha T)_{jk} + \beta_{0,i} + \beta_{1,i} + e_{i,j,k}$$

Donde representan:

Fijos

$\beta_0$ : Intercepto general.

$\beta_1$ : Coeficiente de la pendiente de los meses.

$\alpha_j$ : Efecto del Factor Tipo lente.

$\alpha_j *$ : Interacción entre tipo de lente y meses.

$T_k$ : Efecto del factor grupo edad.

$T_k *$ : Efecto de la interacción entre grupo edad y meses.

Aleatorios.

$(\alpha T)$ : Efecto de la interacción entre tipo de lente y grupo edad.

$\beta_{0,i}$ : cambio en el intercepto de la línea de tendencia general debido paciente i-ésimo.

$\beta_{1,i}$ : el cambio en la pendiente de la línea de tendencia general debido al paciente i-ésimo

Además:  $\alpha_1 = 0$

$\beta_{0,i} \sim N(0, \sigma_0^2)$

$\beta_{1,i} \sim N(0, \sigma_1^2)$

Las hipótesis planteadas para el análisis de este estudio de acuerdo con los objetivos son las siguientes:

- 1) H0: No existe correlación entre pendientes e intercepto  
H1: Existe correlación entre pendientes e intercepto
- 2) H0: Los pacientes tienen igual pendientes  
H1: Los pacientes tienen diferentes pendientes
- 3) H0: El efecto del factor lente es independiente de la variable predictora meses  
H1: El efecto del factor lente no es independiente de la variable predictora meses
- 4) H0: El efecto del factor lente es independiente de la variable predictora meses  
H1: El efecto del factor lente no es independiente de la variable predictora meses
- 5) H0: El efecto del factor lente es independiente del factor grupo edad  
H1: El efecto del factor lente no es independiente del factor grupo edad

Para responder a los objetivos planteados se propone utilizar un análisis de medidas repetidas utilizando el lenguaje de la programación R (R Core Team, 2020) con la versión 4.0.0

mediante la librería lme4, además se analiza desde un enfoque Bayesiano a través de la librería rstand. Todos los modelos estadísticos analizados en el programa r son a través de la restricción del modelo de referencia, esto significa para cada factor de diseño se trabaja de la siguiente forma:

$$\alpha_1 = 0$$

Para análisis Bayesiano y las cadenas de Markov se realizó en el programa r a través de la librería rstand una programación de un modelo para estimar los parámetros desde el enfoque Bayesiano. (Ver anexo 4). Se realizó el Análisis a través del modelo stand y las cadenas de Markov, donde como se mencionó al inicio, es un proceso iterativo que se utiliza para estimar los parámetros de modelos deterministas mediante la aproximación numérica de formulaciones Bayesianas.

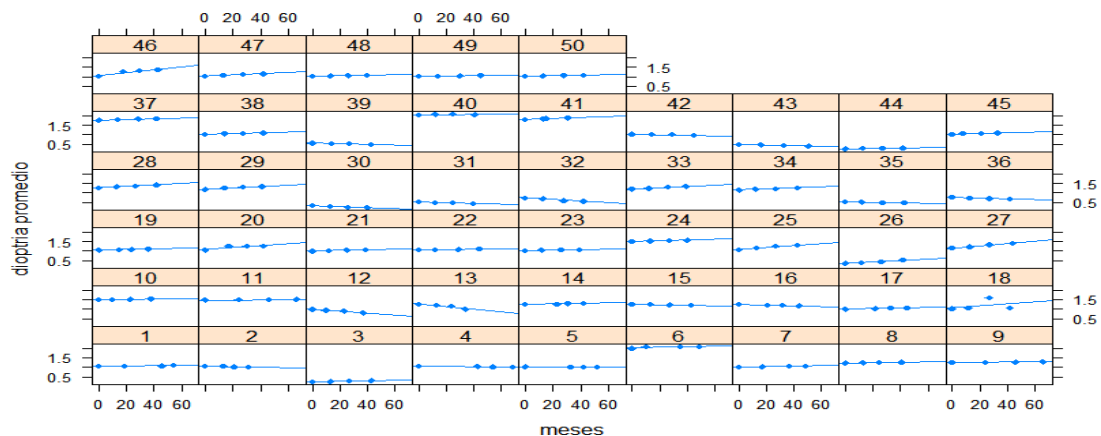
## RESULTADOS

De manera inicial se realizó una potencia de la prueba por medio de la librería pwr y se obtuvo como resultado como potencia de 0.99, por lo que al ser mayor a 0.80, se puede asegurar que la muestra es muy representativa.

Seguidamente se analizó la tendencia de cambio de la dioptría en los cuatro exámenes de la vista realizado por los cincuenta pacientes a través de un análisis gráfico como se observa en la figura 1 y así determinar si se cumple el supuesto de linealidad.

**Figura 1**

*Tendencia de cambio a través del tiempo de la dioptría del paciente de acuerdo con cuatro mediciones.*



Nota: La figura anterior muestra la tendencia de cambio a través del tiempo para cada paciente, se puede observar la existencia del supuesto de linealidad.

En busca del modelo más adecuado para estimar correctamente el comportamiento de los datos se realizó una selección de las variables propuestas en el modelo inicial con el fin de descartar aquellas que no fueran significativas en el modelo.

Para determinar si existe interacción entre el factor tipo lente y la variable predictora meses al comparar los modelos se obtuvo una diferencia de deviancias de 0.8093, con una diferencia de un grado de libertad y una probabilidad asociada alta de 0.3683, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de independencia entre el factor lente y la variable predictora meses, con un nivel de significancia de 0.05, por lo que el factor lente es independiente de la variable predictora meses.

Para el análisis de independencia entre los factores grupo edad y la variable predictora meses Se obtuvo una diferencia de deviancias de 10.342 al comparar los dos modelos, con una diferencia de dos grados de libertad y una probabilidad asociada baja de 0.005678, por lo que hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de independencia entre el factor grupo edad y la variable predictora meses, con un nivel de significancia de 0.05, por lo que el efecto del factor grupo edad depende de la variable predictora meses, es decir existe interacción entre el factor grupo edad y la variable predictora meses.

Para determinar si existe independencia entre el factor tipo de lente y grupo edad. Se obtuvo una diferencia de deviancias de 7.3296 al comparar los dos modelos, con una diferencia de dos grados de libertad y una probabilidad asociada baja de 0.02561, por lo que hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de independencia entre el factor lente y el factor grupo edad, con un nivel de significancia de 0.05, por lo que el efecto del factor lente depende del factor grupo edad, es decir existe interacción entre el factor grupo edad y la variable predictora meses.

Una vez analizado el modelo de acuerdo con las hipótesis planteadas, se obtiene un modelo final, el cual es analizado desde el enfoque Bayesiano y comparado con el frecuentista, con la herramienta de las cadenas de Markov para la toma de decisiones.

El modelo final es entonces:

$$Y_{i,j,k} = \beta_0 + \beta_1 M + \alpha_j + T_k + T_k * M + (\alpha T)_{jk} + \beta_{0,i} + \beta_{1,i} + e_{i,j,k}$$

Donde representan:

Fijos

$\beta_0$ : Intercepto general.

$\beta_1$ : Coeficiente de la pendiente de los meses.

$\alpha_j$ : Efecto del Factor Tipo lente.

$T_k$ : Efecto del factor grupo edad.

$T_k^*$ : Efecto de la interacción entre grupo edad y meses.

$(\alpha T)$ : Efecto de la interacción entre lente y grupo edad.

Aleatorios.

$\beta_0, i$ : cambio en el intercepto de la línea de tendencia general debido paciente  $i$ -ésimo.

$\beta_1, i$ : el cambio en la pendiente de la línea de tendencia general debido al paciente  $i$ -ésimo

Además:  $\alpha_1 = 0$

$\beta_0, i \sim N(0, \sigma_0^2)$

$\beta_1, i \sim N(0, \sigma_1^2)$

Luego de un análisis para analizar la convergencia de acuerdo con las cadenas de Markov, se procedió analizar los resultados de las variables, desde el enfoque Bayesiano. los valores de los parámetros desde un análisis Bayesiano, donde de acuerdo con el intervalo de credibilidad, resultan significativas las variables grupo edad menor y la interacción de lente progresivo y grupo edad menor. los valores de los parámetros de acuerdo al intervalo de credibilidad, resultan significativas las variables grupo edad menor y la interacción de lente progresivo y grupo edad menor La tabla 1 muestra los resultados.

**Tabla 1**

*Valores de los parámetros desde el enfoque Bayesiano.*

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	IB95%
Intercepto general	1.29	0.09	(1.12,1.47)
Meses	0	0.05	(-0.10,0.04)
Lente Progresivo	-0.18	0.11	(-0.40,0.04)
Grupo edad mayor	-0.1	0.12	(-0.35,0.11)
Grupo edad menor	0.73	0.12	(-0.96,-0.49)
Meses*Grupo edad mayor	0	0.07	(-0.15,0.14)
Meses*Grupo edad menor	-0.01	0.08	(-0.17,0.14)
Lente Progresivo*Grupo edad mayor	0.27	0.16	(-0.03,0.58)
Lente Progresivo*Grupo edad menor	-0.06	0.16	(-0.27,-0.93)
$\sigma_0$	0.22	0.02	(0.19,26)
$\sigma_1$	4.4	1.27	(1.46,5.13)
$\sigma_{error}$	0.05	0.01	(0.04,0.06)

La tabla 2 muestra un análisis comparativo de los intervalos de confianza y los intervalos de credibilidad de los parámetros, donde de acuerdo con los valores obtenidos se puede concluir que los intervalos de credibilidad son valores muy aproximados a los intervalos de confianza, por lo que concluyen con los mismos resultados, pero con enfoques distintos.

**Tabla 2**

*Análisis comparativo de los intervalos de confianza e intervalos de credibilidad.*

<b>Parámetro</b>	<b>IC95%</b>	<b>IB95%</b>
Intercepto general	(1.04,1.54)	(1.12,1.47)
Meses	(-0.0,0.00)	(-0.10,0.04)
Lente Progresivo	(-0.47,0.14)	(-0.40,0.04)
Grupo edad mayor	(-0.43,0.23)	(-0.35,0.11)
Grupo edad menor	(-1.06,-0.40)	(-0.96,-0.49)
Meses*Grupo edad mayor	(0.00,0.00)	(-0.15,0.14)
Meses*Grupo edad menor	(-0.00,0.00)	(-0.17,0.14)
Lente Progresivo*Grupo edad mayor	(-0.17,0.69)	(-0.03,0.58)
Lente Progresivo*Grupo edad menor	(0.17,1.04)	(0.27,0.93)
$\sigma_0$	(0.25,0.37)	(0.19,0.26)
$\sigma_1$	(0.0010,0.0025)	(0.001,0.002)
$\sigma_{\text{error}}$	(0.0428,0.0568)	(0.04,0.06)

## **CONCLUSIONES**

Se determinó un cambio de tendencia de la dioptría a través del tiempo para los pacientes, hay mayor crecimiento de la dioptría en función del tiempo, por lo que se concluye que con el paso del tiempo los pacientes presentan mayor deterioro de la visión.

No se encontró una interacción entre el tipo de lente y la variable predictora meses, por lo que aún no existe una recomendación de algún tipo de lente específico a través del tiempo. Como se indicó al inicio del artículo, aún no existe evidencia suficiente para brindar alguna recomendación. De acuerdo a las comparaciones realizadas con respecto a los grupos de edad y tipo de lente, se encontraron diferencias significativas en los grupos menores de edad y adultos, tomando como referencia al tipo de lente progresivo considerando como se indicó al inicio del artículo, la dioptría mide los defectos visuales por lo que se recomendaría de acuerdo a los grupos de edad menores y adultos el lente bifocal, ya que presenta el tipo de lente progresivo presenta cuotas mayores con respecto al bifocal.

Se detectó interacción entre el factor grupo edad y la variable predictora meses, lo que indica que el efecto de los grupos de edad con respecto a la visión depende de los meses.

Se detectó un efecto significativo entre el factor tipo de lente con respecto a los grupos de edad, este resultado indica que el efecto del tipo de lente en la visión del paciente depende del grupo de edad en el que se encuentre.

De acuerdo con el análisis de estimación puntual, se puede indicar que a mayor grupo de edad se encuentre el paciente mayor tendencia de cambio tiene su visión a través del tiempo.

Para el enfoque Bayesiano, se concluye el proceso de las cadenas de Markov al ser un proceso iterativo, tiene la dificultad y desventaja de encontrar la convergencia, sin embargo, se encontraba en que en cada proceso iterativo los resultados presentaban valores cercanos al frecuentista. Al hacer el análisis comparativo frecuentista con el Bayesiano los valores de cada parámetro son similares, sin embargo, son desde otro enfoque.

Se espera haber logrado un mejor enfoque y análisis de la visión a través del diseño de medidas repetidas y ser una herramienta útil para futuras investigaciones sobre el estudio de la visión a través de análisis de medidas repetidas.

## **BIBLIOGRAFIA**

Alvarado, Hugo, & Batanero, Carmen. (2008). SIGNIFICADO DEL TEOREMA CENTRAL DEL LIMITE EN TEXTOS UNIVERSITARIOS DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA. Estudios pedagógicos (Valdivia), 34(2), 7-28.

Carratala, S. (2005). Envejecimiento ocular: Estudio clínico sobre filtros coloreados en pacientes presbita. Gaceta óptica. 36-39.

Carrion, D. (2012). Errores refractivos en los estudiantes de la unidad educativa "Escuela Municipal ecológica" del cantón Loja, en edades comprendidas de 6 a 11 años, durante el periodo mayo-octubre del año 2012". Tesis previa a la obtención del título de médico general.

Domingo, Gómez, Sánchez. (2005). Envejecimiento ocular: Estudio clínico sobre filtros coloreados en pacientes presbitas. Universidad de Alicante.

Maseras, X. (2015). Efecto de los grosos retinianos maculares con OCT tras cirugía refractiva con lente faquica tipo ICL. Tesis de doctorado. Universitat Autònoma de Barcelona.

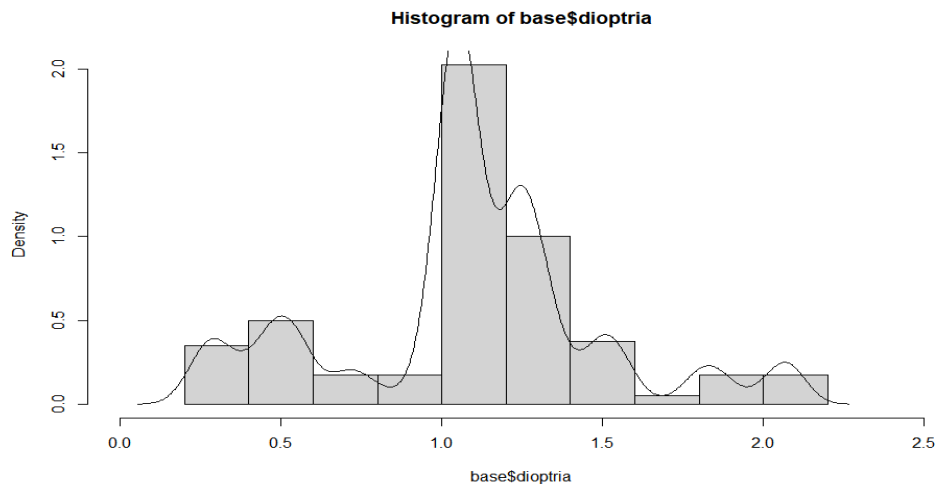
Rubio, C. (2000). Introducción a la utilización de los modelos de Markov en el análisis farmacéutico. Farm Hosp. 24(4): 241-247.



Solórzano,M.(2012). La importancia de una buena visión. Revista electrónica Gestao y saude. 1224-1234.

## ANEXOS

### Anexo 1



A pesar que no parece haber normalidad, de acuerdo al artículo de Alvarado y Batanero. El teorema del límite central asegura convergencia hacia una distribución normal en condiciones muy generales, ya que muchos métodos requieren la condición de normalidad para su correcta aplicación. (Alvarado, Batanero, 2008). Por lo que de acuerdo al teorema del límite central se asume normalidad.

### Anexo 2.

H0=Los grupos de edad presentan variancias iguales.

H1=Los grupos de edad presentan variancias diferentes.

```
bartlett.test(base$dioptria~base$gedad)
```

```
data: base$dioptria by base$gedad
```

Bartlett's K-squared = 5.476, df = 2, p-value =0.0647

De acuerdo al p-value obtenido 0.0647 mayor a 0.05 de la prueba de Bartlett nos indica que los grupos de las muestras presentan variancias iguales.