

# Mediciones de Ghost Imaging a bajo costo basado en correlaciones espaciales

Mateo Laguna Guantiva

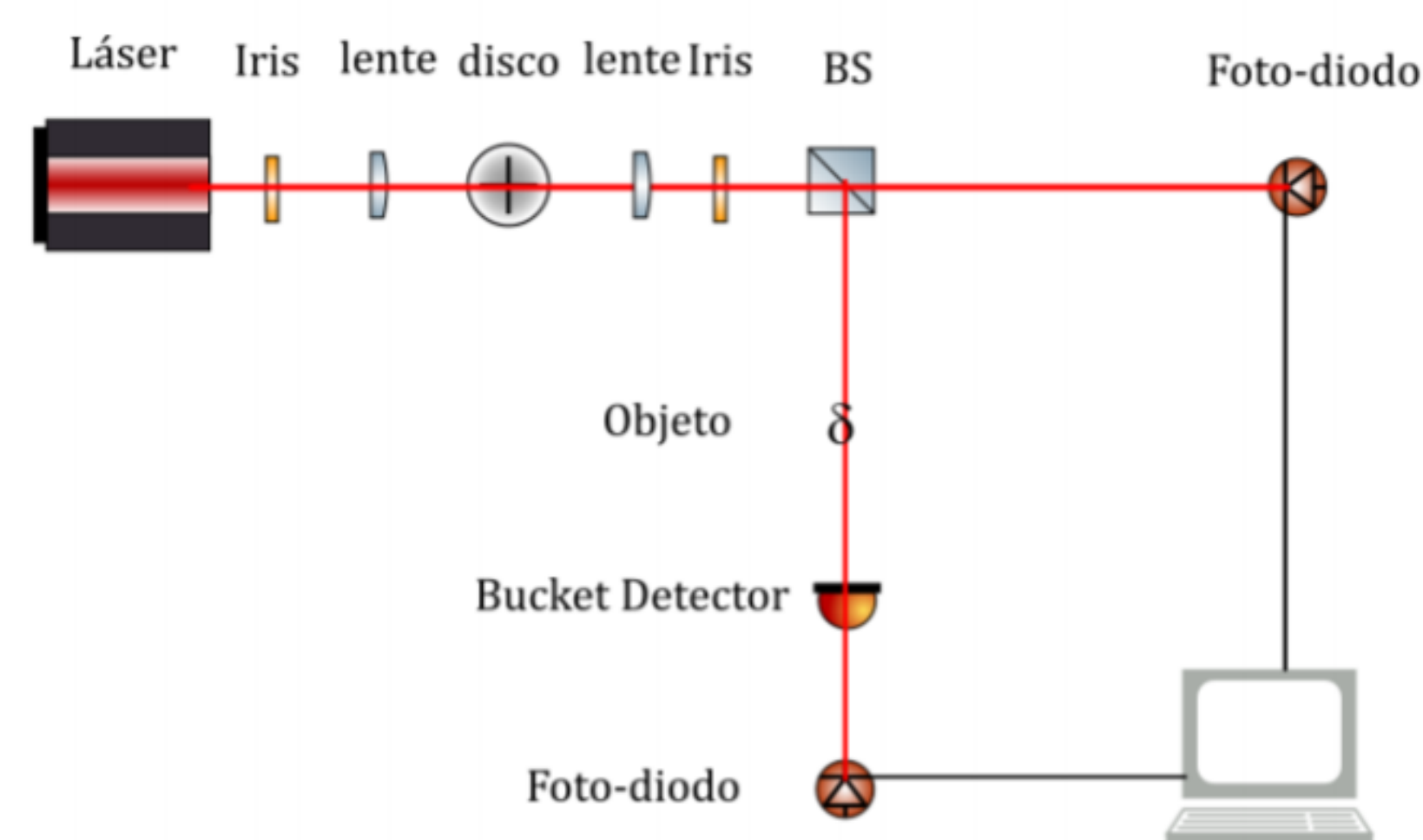
Mayerlin N. Portela, Johnny A. Tenorio

Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

## Introducción

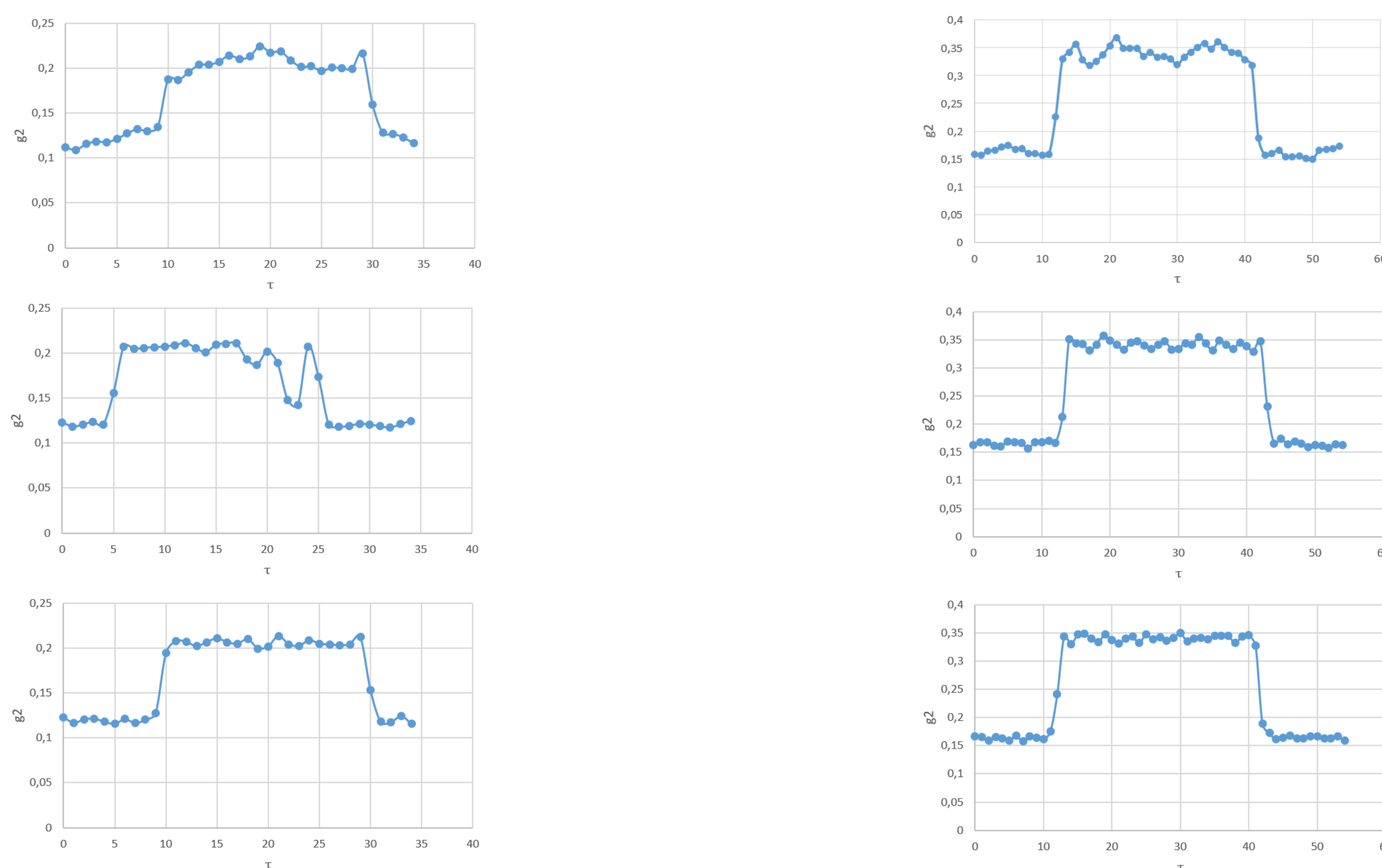
- En la década de los años 90 nació la revolucionaria idea de transmitir información a través de la luz [1]. A la técnica se le llamó *Ghost Imaging*, pues la idea general es transmitir imágenes sin verlas. La técnica inició usando propiedades cuánticas de la luz, pero años más tarde logro ser implementada con física clásica [2] [3].
- La implementación de la técnica clásicamente tiene un costo financiero elevado, se requieren cámaras que pueden llegar a precios de hasta 10.000 USD. Se busca implementar la técnica a bajo costo (i.e. menos de 50 USD). La pregunta que surge es *¿podrá esta implementación a bajo costo transmitir información usando el mismo principio del Ghost Imaging con correlaciones espaciales?*
- Es necesario establecer una condición experimental previa: la curva de correlación espacial de segundo orden  $g^{(2)}(\tau)$ . La técnica de Ghost Imaging se basa fundamentalmente en esta curva pues es través de las correlaciones espaciales de la luz que se logra reconstruir la información que se envió entre los brazos ópticos del montaje.

## Materiales y Métodos



**Figura 1:** La luz sale del **láser** ( $\lambda = 633 \text{ nm}$ ) y atraviesa un primer **iris**, luego pasa a través de un **lente** ( $f = 30 \text{ mm}$ ), éste se encarga de hacer converger los haces de luz en un sólo punto. Luego, la luz llega al **disco giratorio** opaco que se mueve alimentado por una fuente; en esta parte del montaje experimental se produce el efecto de la luz *pseudo-térmica*. Al pasar por el disco, la luz atraviesa un **lente** que cumplirá la labor de tener el efecto  $2f$  (i.e. far field) necesario para la técnica implementada clásicamente [4], nuevamente la luz vuelve a converger en un sólo haz, luego pasará por un segundo **iris** y llegará al **beam splitter** que se encarga de dividir el haz de luz en dos haces con trayectorias diferentes. En uno de los brazos ópticos se deja pasar la luz sin ningún obstáculo y se escanea con los **foto-diodos** la luz que llega a cada punto espacial tal que cubra todo el haz de luz entrante. En el otro brazo óptico se pondrá el **objeto** del cual vamos a reconstruir la imagen; después la luz converge con el último lente para finalmente atravesar el **bucket detector** que reúne toda la información del objeto en un sólo punto espacial para que el otro **foto-diodo** pueda recibirla.

## Resultados



**Figura 2:** De izquierda a derecha, de arriba a abajo ( $p_1$ : muestras por barrido,  $p_2$ : número de pasos): Sin lente (a)  $p_1 = 20$ ,  $p_2 = 200$ , (b)  $p_1 = 50$ ,  $p_2 = 200$ , (c)  $p_1 = 100$ ,  $p_2 = 200$ . Con lente  $f = 300 \text{ mm}$  (d)  $p_1 = 20$ ,  $p_2 = 200$ , (e)  $p_1 = 20$ ,  $p_2 = 200$ , (f)  $p_1 = 20$ ,  $p_2 = 200$

## Conclusiones

- El montaje experimental aún no permite obtener la función de correlación espacial de segundo orden (i.e.  $g^2(\tau)$ ).

## Referencias

- [1] Pittman, T. B., et al. «Optical Imaging by Means of Two-Photon Quantum Entanglement». *Phys. Rev. A*, **52**, R342932, (noviembre de 1995).
- [2] Gatti, A., et al. «Ghost Imaging with Thermal Light: Comparing Entanglement and Classical Correlation». *Phys. Rev. Lett.*, **93**, R093602, (agosto de 2004).
- [3] O'Sullivan, Malcolm N., et al. «Comparison of the Signal-to-Noise Characteristics of Quantum versus Thermal Ghost Imaging». *Phys. Rev. A*, **82**, R053803, (noviembre de 2010).
- [4] Gatti, A., et al. «Coherent Imaging with Pseudo-Thermal Incoherent Light». *Journal of Modern Optics*, **53**, n.o 5-6. (marzo de 2006), pp. 739-60.