



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

**LUMINOTECNIA ESCÉNICA BÁSICA:
Instrumentos y aplicaciones**

TESINA

**Que para obtener el título de
Licenciado en Literatura Dramática y Teatro
presenta:**

Juan Carlos Ledezma Corona

Asesor:

Lic. Daniel Huicochea Cruz

Octubre 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

On the whole, I believe that careers in stage lighting are for those who might be described as 'theatre people who work in lighting' rather than 'lighting people who work in theatre'.

Francis Reid

ÍNDICE

Introducción

Capítulo I – Historia de la iluminación escénica	3
1.1 – Los precedentes al uso de la electricidad	3
1.2 – La revolución del foco incandescente	16
Capítulo II – El equipo de iluminación escénica	23
2.1 – El banco de <i>dimmers</i> : evolución y funcionamiento	23
2.2 – Consola o mesa de luces	30
2.2.1 – Consolas manuales	32
2.2.2 – Consolas semicomputarizadas	36
2.2.3 – Consolas computarizadas	38
2.3 – Tipos de Luminarias	38
2.3.1 – PAR (Parabolic Aluminized Reflector)	42
2.3.2 – Fresnel	45
2.3.3 – <i>Leko</i> , Elipsoidal o Recorte	49
Capítulo III – La luz en el espacio escénico	57
3.1 – Posiciones de las luminarias	57
3.1.1 – Frontales	57
3.1.2 – Laterales	60
3.1.3 – Calles	61
3.1.4 – Contraluces	62
3.1.5 – Cenitales	64
3.1.6 – Candilejas	65
3.2 – El direccionado y/o afoque de las luminarias	67
3.3 – Mantenimiento preventivo y seguridad en el manejo de los instrumentos de iluminación.	70

3.3.1 – Mantenimiento preventivo	71
3.3.2 – Manipulando las luminarias	72
3.3.3 – Cables y conexiones	74
Apéndice I – Física de la luz	79
Apéndice II – El protocolo DMX-512	91
Apéndice III – Tipos de focos	95
Conclusiones	105

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Indudablemente la principal función de la luz sobre un escenario es permitir que el espectador pueda ver lo que sucede. Algo realmente maravilloso de la iluminación escénica es que además de permitir *ver*, influye en el *cómo se ve*.

La iluminación escénica puede ayudar a que el público dirija su atención hacia un punto en específico; a darle mayor importancia a un objeto, persona o espacio sobre otro; a hacer existir sólo un lugar del escenario y desaparecer lo demás.

La luz ubica tanto en el tiempo como en el espacio; el espectador puede ser llevado desde una oscura mazmorra hasta la libertad del campo.

Por medio de la luz se puede llegar más a fondo en las emociones de los personajes; ¿qué tal la alegría de un cálido hogar?, o quizás el abandono en un hospital.

Actualmente se puede generar una gran variedad de efectos dramáticos con la luz gracias al desarrollo y especialización que han tenido los instrumentos utilizados para la iluminación escénica.

La luminotecnia escénica es el conocimiento y empleo de instrumentos que generan luz para que llegue al escenario en una forma controlada.

El presente trabajo tiene la intención de acercar la luminotecnia, en sus aspectos básicos, a aquellos que realizan actividades escénicas y quieren saber un poco más de “esas cosas que arrojan luz sobre el escenario”; pero sin la pretensión de crear especialistas en el tema.

El Capítulo I está dedicado a la historia de la iluminación escénica, puesto que las cosas no siempre han sido como las de hoy; el desarrollo de la luminotecnia ha influido en las formas de actuación, dirección, etc. Dicho capítulo está dividido en el antes y el después de la invención de los focos (o lámparas) incandescentes alimentados por electricidad. La partición es así, porque la introducción de la iluminación eléctrica a los escenarios significó un cambio sin precedentes que aceleró el desarrollo de la luminotecnia escénica para llegar a ser como se conoce hoy en día.

En el Segundo Capítulo se describen algunos controles e instrumentos que se utilizan para iluminar el escenario. Sólo se contemplan tres luminarias: PARes, Frenesles y elipsoidales o *Lekos*; dado que esas son las que prácticamente se encuentran en cualquier foro. Las luces robóticas no están incluidas porque su descripción haría excesivamente extensa esta tesina; además, prácticamente están basadas en las tres luminarias descritas, sólo se les agregan motores para cambiar automáticamente las propiedades de la luz que emiten.

El último capítulo (Capítulo III) está dedicado a describir las direcciones desde las cuales puede llegar la luz al escenario, el proceso de trabajo en equipo para ajustar las características de los rayos luminosos y algunas medidas de seguridad pertinentes en el momento de trabajar con las luminarias. Quizás algunas medidas de seguridad parezcan obvias, pero es mejor mencionarlas para que las conozcan los principiantes en la luminotecnia.

Al final del presente trabajo monográfico se agregan tres apéndices que, si bien están redactados en un lenguaje más técnico, sirven para complementar lo ya descrito en el cuerpo de la tesina.

Para terminar con esta breve introducción es necesario dejar en claro que la intención del presente trabajo no es decir cosas nuevas. Quizás los técnicos experimentados en el campo de la luminotecnia escénica no encuentren atractiva esta monografía, porque no está dirigida a ellos, sino a los principiantes.

CAPÍTULO I

HISTORIA DE LA ILUMINACIÓN ESCÉNICA

CAPÍTULO I – HISTORIA DE LA ILUMINACIÓN ESCÉNICA

1.1 – Los precedentes al uso de la electricidad

Desde que el hombre fue capaz de dominar el fuego y utilizarlo como fuente luminosa y de calor se inició la evolución del uso y control de la luz para llegar a ser como hoy en día.

Las primeras lámparas utilizadas por los seres humanos para iluminar sus refugios estaban hechas de conchas pequeñas, cuernos o piedras. La lámpara más antigua de la que se tiene noticia fue creada hace aproximadamente 20000 años y consiste en una piedra ahuecada en donde se quemaban grasas animales o aceites vegetales.¹



Lámpara de piedra

¹ Sirlin, Eli, *La luz en el teatro: manual de iluminación*, Buenos Aires, Instituto Nacional del Teatro: Atuel, 2006, p. 13

El hombre pronto necesitó de una fuente de luz portátil y así fue como inventó la antorcha. “El primer uso de luz «artificial» controlada por el hombre fue la antorcha, a la que también podemos considerar la primera luz portátil. Esta consistía en un palo ardiente integrado por haces de ramas o astillas de madera resinosas”²

Las lámparas de aceite vegetal y grasa animal mantuvieron su diseño básico de la edad de piedra hasta aproximadamente el siglo XVIII, cuando cambiaron los materiales en que se realizaban por otros como arcilla, vidrio, plata, cobre, bronce, latón, hierro y peltre.³

A la llama se le fue rodeando de instrumentos para aprovechar mejor su luz. Alrededor del año 2600 a.C. los sumerios ya utilizaban el alabastro como material translúcido para sus lámparas, además de recurrir al uso de superficies reflectantes para aumentar la intensidad luminosa. Otro invento que aumentó de forma sustancial la potencia de las lámparas se dio en Mesopotamia alrededor del año 2500 a.C., el vidrio. Ya para el año 500 a.C. los griegos, romanos y egipcios desarrollaron lámparas cerradas de diseños más complejos.⁴



Grecia



Roma



Egipto

Lámparas romana, griega y egipcia

2 *idem*

3 *idem*

4 *ibidem*, p. 14

Los griegos utilizaron conscientemente la luz del día, construyeron sus teatros con una orientación norte-sur, de tal manera que el público podía ver una escena luminosa sin ser deslumbrado directamente por el sol. La luz natural también fue aprovechada para realizar efectos especiales. La entrada de los dioses podía ser acompañada por el uso de *periactes* llamados *keraunoscopeion*, los cuales fueron prismas triangulares con rayos dibujados en materiales brillantes para que reflejaran, al ser girados, la luz solar hacia el público.⁵

Aparte de la luz, los griegos también utilizaron convenciones escénicas para establecer situaciones de iluminación; por ejemplo, si se quería representar la noche se usaba una cortina de color negro.⁶

En sus inicios el teatro romano se basó en el griego, pero pasó de ser una forma religiosa a entretenimiento y espectáculo. En la última parte del periodo imperial romano el teatro era, a menudo, parte de los eventos del tribunal y se realizaba dentro y por la noche; así que un gran número de antorchas y lámparas de aceite eran necesarias para permitir la visibilidad.⁷

Se cree que fueron los romanos (alrededor del siglo IV d.C.) quienes inventaron la vela, siendo utilizada principalmente en rituales religiosos porque se consideraba que su luz simbolizaba la presencia divina. “Su cuerpo era de cera de abeja, pero como ésta era muy costosa en tareas no litúrgicas se la reemplazaba por sebo, que humeaba, olía mal, se consumía enseguida y emitía poca luz.”⁸

El teatro medieval se desarrolló principalmente en las iglesias. Tomaron mucha importancia los vidrios coloreados, especialmente entre los años 1150 y 1250, ya que se utilizaban para formar vitrales en las ventanas; con esto se iluminaban las representaciones.

Entre los siglos XIII y XIV las representaciones teatrales se trasladaron a otros espacios como palacios y plazas, donde su producción comenzó a hacerse cada vez más compleja. Pasiones, misterios, farsas y obras de teatro mímicas fueron realizadas casi

5 Rinaldi, Mauricio, *Historia de la iluminación escénica*, En: Boletín del Instituto de Investigaciones en Historia del Arte, No. 01 (Argentina2003); pp. 83-94, *apud*, Estudio ARS LUX, *Historia de la iluminación escénica (parte II)*. [en línea] <http://estudioarslux.blogspot.com/2010/04/historia-de-la-iluminacion-escenica_20.html> [consultado el 9 de abril del 2011]

6 Keller, Max. *Fantastic Light :the art and design of stage lighting*, 2nd. ed. Munich, Prestel, 2006, p. 15

7 *idem*

8 Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 14

exclusivamente durante el día.⁹

En las representaciones teatrales de la edad media también existió el uso de efectos especiales y convenciones escénicas relacionadas con la iluminación.

“[...] Gustav Cohen habla de la creciente iluminación en el drama sacro al incrementarse los efectos de estrellas, fulgores, relámpagos y fuegos. Así, por ejemplo, el infierno se realizaba con fuego y azufre, el cual despedía humo y el olor característicos que generalmente se asocia a este ámbito ultraterreno. Este efecto era especialmente utilizado en “El día del Juicio” de las representaciones francesas. Por su parte, el diablo era interpretado por un actor que vestía piel de lobo, cabeza de oveja y cuernos de buey, y que llevaba un bastón que despedía fuegos y destellos; a veces, el diablo se presentaba con una antorcha encendida con resina.”¹⁰

“We put the question: how did they create light and darkness on the open-air stage of the Middle Ages? Those plays had to solve the symbolism of light by other means than did the liturgical plays, but by means that were conspicuous enough to the curious audience. In order to invest a character with the transfigured light, that light could be painted over his face.”¹¹ †

A principios del renacimiento italiano las obras generalmente se realizaban en escenarios temporales en los palacios de la nobleza. Había linternas, lámparas de aceite y velas como fuente de luz, pero daban un alumbrado muy desigual.

“Durante el Renacimiento la luz natural, la lámpara de aceite y la vela seguían siendo las principales fuentes de iluminación, con la variante de que para ese entonces el teatro se desarrollaba en espacios interiores.

Los grandes candelabros y arañas con velas pasaron a ser la fuente de luz prioritaria tanto para la sala como para el escenario.”¹²

9 Keller, Max, *op. cit.*, p. 16

10 Rinaldi, Mauricio, *op. cit.*

11 Bergman, Gösta M., *Lighting in the theatre*, Stockholm, Sweden, Almqvist & Wiksell International, 1977, p. 42

† “Hacemos la pregunta, ¿cómo crearon luz y oscuridad en los escenarios al aire libre del medioevo? Esas obras tuvieron que resolver el simbolismo de la luz por medios distintos a las obras litúrgicas, pero por medios lo suficientemente llamativos para el público curioso. Con el fin de presentar a un personaje con la luz transfigurada, dicha luz podía ser pintada en su rostro.”

12 Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 14

Las aportaciones en materia de iluminación escénica provinieron principalmente de arquitectos porque ellos también se ocupaban de este rubro al diseñar los teatros de la época renacentista italiana.

Sebastiano Serlio (1475-1554), fue un arquitecto italiano considerado como el primer teórico teatral. En 1545 publicó su libro *Regole generali di architettura*, en donde describe cómo producir luz con diferentes colores a través de botellas llenas con agua coloreada. Usó superficies reflejantes detrás de la fuente luminosa, a la que les sumó vidrios de botellas que servían de lentes por delante de las velas. Estos dispositivos son considerados como las primeras luminarias escénicas.¹³



Aparato del siglo XVI para enfocar la luz y darle color. Descrito por Sebastiano Serlio en el segundo libro de Arquitectura (1545) “El Bozze” era un recipiente de vidrio lleno de agua coloreada que servía como lente gracias a su forma convexa.

13 Fraser, Neil, *Stage Lighting Explained*, Wiltshire, England, The Crowood Press Ltd, 2002, pp. 8-10

El arquitecto italiano Andrea Palladio (1508-1580) diseñó el Teatro Olímpico de Vicenza. Dicho teatro abrió en 1584 con el Edipo de Sófocles, una producción de Angelo Ingegneri (1550-1613), él hizo énfasis en la división entre el escenario y la sala del público al exigir que el primero tenía que estar más iluminado que el segundo; este fue el primer paso hacia el teatro Barroco. Los teatros que hicieron la distinción entre la iluminación del escenario y el espacio de los espectadores marcaron el camino a seguir; aún cuando había algunas ventanas en la parte trasera, ahora el escenario tenía que ser iluminado artificialmente. Además de los candelabros, lámparas de aceite y velas con pantallas de vidrio (también podían usar algún tipo de reflector) se colocaron fuentes de luz delante del escenario.¹⁴

Las luces de colores se producían haciendo pasar un haz luminoso a través de vidrios coloreados o por medio de aceites. Pero había problemas con el humo y los olores que se producían porque eran muy irritantes, además de todo el hollín resultante que teñía de negro el escenario, la sala y los pulmones de los actores y del público.

Nicola Sabbatini (1574-1654), arquitecto italiano, describió en su libro *Pratica de fabricar scene e macchine ne'teatri* (1638) varias técnicas relacionadas con la iluminación, la escenografía y los efectos especiales. En sus trabajos aparece el diseño de un método mecánico de atenuación de la luz, este consiste en bajar cilindros de metal para ocultar las velas encendidas y así disminuir la intensidad de la luz.

14 Keller, Max, *op. cit.*, p. 16



Dimmer de Sabbatini

Las soluciones prácticas para atenuar la luz allanaron el camino para la utilización de esta como refuerzo de lo sucedido en escena. El autor y director judío Leone Hebreo di Sommi (1527-1592) sostenía que una luz clara era más adecuada para la comedia y que una luz tenue era más propia para la tragedia. En los teatros italianos se comenzó a apagar las luces antes de que se diera inicio a la obra. Como ya se mencionó, la separación entre la luz del escenario y la de la sala se volvió clave en el periodo Barroco.¹⁵

El desarrollo de la iluminación escénica italiana no se expandió de inmediato a países como Inglaterra, Francia y España. Aunque no es posible reconstruir con precisión

¹⁵ Keller, Max, *op. cit.*, p. 17

los teatros isabelinos a partir de los datos técnicos conocidos, afortunadamente las obras dramáticas de la época suman algunos indicios a los proporcionados por la arquitectura. La mayoría de las representaciones se hacían durante el día, por lo que no había necesidad de iluminación artificial. Antorchas, velas e incluso sonidos fueron utilizados para establecer convenciones dramáticas de tiempo y/o lugar; por ejemplo, si se escuchaba el canto de un búho mientras un personaje que sostenía una vela buscaba algo en el suelo, era tomado como si se encontrara en un lugar oscuro.¹⁶ “The whole scene is heavy with the sense of night and the darkness of conspiracy, yet the effect is produced by nothing but the spoken words and the gestures of the players.”¹⁷ †

Fue el arquitecto inglés Inigo Jones (1573-1652) quien a principios del siglo XVII comenzó a implementar los desarrollos italianos de iluminación escénica en Inglaterra. Jones diseñó un teatro en el palacio de Whitehall (Londres) apoyándose en las técnicas que se habían estado desarrollando en Italia. Así mismo, con la ayuda de vidrios coloreados, Jones creaba atmósferas lumínicas que sugerían el tiempo de la escena o estados anímicos.¹⁸

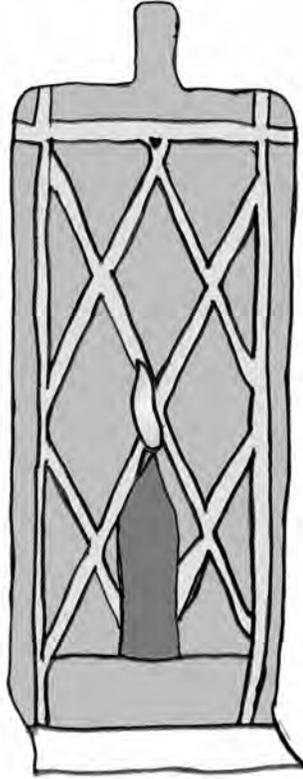
En la primera mitad del siglo XVII el arquitecto alemán Joseph Furtenbach (1591-1667) llevó los conocimientos italianos hacia su país, en donde siguió desarrollando otros métodos mecánicos de apagado de velas a distancia, así como el uso de reflectores de mica, tanto para el escenario como para la platea.

16 Penzel, Frederick, *Theatre Lighting Before Electricity*, Middletown, Connecticut, U.S.A, Wesleyan University Press, 1978, p. 4

17 Lawrence, William J., *Old Theatre Days and Ways*. Londres: George G. Harrap & Co., 1935, p. 129 *apud* Penzel Frederick, *op. cit.*, p. 4

† “Toda la escena es fuerte con la sensación de la noche y la obscuridad de la conspiración, sin embargo, el efecto es producido por nada más que las palabras y los gestos de los actores.”

18 Keller, Max, *op. cit.*, p. 17



La lámpara de Furtttenbach consistía en un candelero y reflectores de mica apoyados en una red de oropel. Furtttenbach recomendó el uso de velas de buena calidad.

Furtttenbach propone en sus trabajos la utilización de fuentes de luz en posición de calle (en los laterales interiores del escenario) y reflejadas mediante espejos, además de candilejas (luces en el piso del proscenio) provistas con reflectores para no deslumbrar al público. Con el fin de ahorrar dinero en las funciones que se llevaban acabo cuando aún había luz solar, el recinto teatral estaba provisto de ventanas diseñadas para que la luz natural llegase al escenario. Estos fundamentos de iluminación se mantuvieron hasta la segunda mitad del siglo XVIII.

Técnicas como las anteriores también fueron usadas en la *Comédie Française* de París. Se utilizaban candilejas en piso formadas por velas, además de candelabros sobre el escenario.

La iluminación escénica seguía siendo a base de velas, las cuales necesitaban de mantenimiento constante incluso durante la obra, lo cual dio origen a los llamados

“espabiladores”^{*}:

“Cuando se abrió en Berlín el Royal Opera House, en 1742, el sistema lumínico dependía de 1300 velas organizadas en 11 grupos diferentes. Parte fundamental del mantenimiento del espectáculo eran los famosos «espabiladores», que se ocupaban de la conservación y la reposición de velas encendidas durante el transcurso de la obra.”¹⁹

Aunque los espabiladores solían ser discretos no siempre lo lograban, ya era una convención el que entraran en repetidas ocasiones durante la obra; y si realizaban su tarea con maestría podían recibir tanto el aplauso del público²⁰ como un silencio respetuoso.

“When the stage lights begin to flare or flicker out the gods commonly set up a cry of «Snuffers! Snuffers!» for seeing a happy opportunity of indulging in some facetiousness at that worthy's expense - badinage, however, which, as he went deftly about his work, was generally received by him with the utmost aplomb.”²¹ †

Con el propósito de utilizar materiales más económicos que la cera de abeja, se usó grasa de esperma de ballena alrededor de 1830. Hacia 1840 se inventó la estearina (derivado de la grasa animal o vegetal). Fue hasta 1857, aproximadamente, que se desarrollaron las velas de parafina muy similares a las conocidas hoy en día.²²

En 1784 Aimé Argand (1750-1803), físico y químico suizo, inventó la lámpara que lleva su apellido. Dicha lámpara producía una luz más intensa, por lo que es considerada un gran avance en la producción de luz por medio de una llama.²³

* Si no se limpiaba constantemente el extremo carbonizado de la mecha, la llama de la vela se hacía más pequeña, lo que provocaba en su luz menor intensidad y que el sebo se consumiera a mayor velocidad.

19 Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 16

20 Panati, Charles, *Panati's extraordinary origins of everyday things*, USA, Perennial Library, 1987 p. 135

21 Nicoll, Allardyce, *The Development of the Theatre*. New York. Harcourt, Brace, & Co., p 231 *apud* Penzel, Frederick, *op. cit.*, pp. 19-20

† “Cuando las luces del escenario comienzan a llamear o parpadear comúnmente se crea un clamor «¡Espabiladores!, ¡Espabiladores!» para ver la feliz oportunidad de darse gusto con algunos chistes a sus costillas; sin embargo, cuando realizaba diestramente su trabajo generalmente era recibido con la mayor seriedad.”

22 Rees, Terence, *Theatre Lighting in the Age of Gas*, Cambridge, Entertainment Technology Press, 2004, p. 17

23 Sherman, Mimi, *The Central Draft Burner: Ami Argand's Contribution to the American Home*. [en línea] <<http://web.gc.cuny.edu/arhistory/part/part7/articles/sherma.html>> [consultado el 11 de abril del 2011]

“Technically, it was based [la lámpara de Argand] on the use of a circular, thin wick provided with a canal in the middle for the supply of air, so that the air could pass through the flame, and a lamp chimney surrounding the flame and narrowing at the top which increased the acceleration of the air current. By means of pinions, the wick could be raised or lowered making the flame larger or smaller.”²⁴ †



La lámpara de Argand obtenía hasta diez veces más brillo que las lámparas de aceite de la época. Se introdujo por primera vez en el teatro francés en 1784, pero debido a su alto costo no se estandarizó en todos los teatros.

La incorporación de la lámpara de Argand a la iluminación escénica permitió grandes cambios en la plasticidad de las obras teatrales. Ya no fue necesario que los actores estuvieran la mayor parte de la representación cerca de las candilejas del proscenio para que el público pudiese ver sus gestos, lo cual le dio profundidad a la escena; es más, se pudo

²⁴ Bergman, Gösta M., *op. cit.*, pp. 198-199

† “Técnicamente estaba basada [la lámpara de Argand] en el uso de una mecha circular provista de un canal en el centro para el abastecimiento de aire, de manera que el aire podía pasar a través de la llama. La chimenea alrededor de la llama y estrechada en la parte superior incrementaba la aceleración de la corriente de aire. Por medio de llaves la mecha se podía hacer subir o bajar para variar el tamaño de la llama.”

disminuir el número de las mismas candilejas que provocaban sombras en la cara (ver el subcapítulo 3.1.6), además de dañar la salud de los que respiraban su humo. También se abrió la posibilidad de que el público apreciara mejor las decoraciones de la escenografía y de los telones. Así mismo se redujo la cantidad de maquillaje de los actores y se pudieron utilizar colores más opacos en el vestuario.²⁵

El uso de la lámpara de Argand no sólo representó beneficios, había ocasiones en que se convertía en un arma filosa, literalmente.

“[...]the present chandelier [formado por varias lámparas de Argand] used to illuminate the auditorium, every day causes complaints among the audience; that the dripping of oil and the fall of glasses which break during the performances force the spectators to leave a section of the seats in the stalls[...].”²⁶ †

A finales del siglo XVIII se dio otro paso muy importante para la iluminación escénica, se comenzó a utilizar el gas como combustible para la producción de luz.

Aunque las propiedades inflamables del gas ya eran conocidas desde mucho tiempo atrás, fue hasta alrededor de 1797 que el mecánico e ingeniero escocés William Murdoch (1754 – 1839) llevó a cabo investigaciones con el propósito directo de usar las emanaciones del carbón como fuente de luz a gran escala.²⁷

El uso de lámparas de gas hizo posible agrupar en un sólo lugar el control de la intensidad luminosa. De manera muy similar a los circuitos eléctricos, en los sistemas de gas se podían manejar varias lámparas a la vez. En 1817 muchos teatros como el Covent Garden (Royal Opera House) o el Drury Lane, ubicados en Londres, disponían de instalación lumínica por gas.²⁸

La iluminación por gas representó grandes ventajas sobre las tecnologías anteriores (como luz más brillante) e importantes ahorros económicos, pero algunos teatros prefirieron

25 *ibidem*, pp. 199-207

26 *D'elibration d'assemblée*, 18 mai 1785, Bibliothèque de la Comédie Française. *apud*, Bergman, Gösta M. *op. cit.*, pp. 200-201

† “El actual candelabro [formado por varias lámparas de Argand] usado para iluminar la sala todos los días causa quejas entre el público. Los goteos de petróleo y la caída de los vidrios que se rompen durante las representaciones obliga a los espectadores a abandonar una sección de los asientos en el patio de butacas.”

27 Penzel, Frederick, *op. cit.*, pp. 28-30

28 Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 19

regresar al uso de lámparas de aceite o petróleo debido a la alta posibilidad de que ocurrieran accidentes como explosiones o envenenamiento de personas (que los hubo). Dichos contratiempos fueron causados por la falta de conocimiento en el manejo del gas (ante la inexistencia de redes de distribución, los teatros fabricaban su dotación del combustible) y por la deficiente ventilación en los teatros.²⁹

Aún con los inconvenientes de la iluminación por gas, esta terminó por imponerse en los teatros ingleses, franceses, así como en otros países europeos. Fue hasta 1843 que la lámpara de gas ya había reemplazado definitivamente a los candelabros de velas.³⁰

Uno de los aportes heredados de la época de la iluminación por gas es la luminaria que ahora se conoce como seguidor*. El ingeniero escocés Thomas Drummond (1797-1840) inventó la “luz de Drummond”, a la que posteriormente se le agregó una lente. Dicha luminaria producía luz al calentar un pedazo de cal con gases de hidrógeno y oxígeno. La desventaja de este instrumento era la necesidad de la atención constante de un operador exclusivo (no era posible que atendiera otras tareas durante la función). El uso de este primer seguidor se volvió común dentro de la iluminación escénica en 1860.³¹

Aunque el uso de la electricidad para producir luz comenzó a generalizarse hasta finales del siglo XIX, las ideas e inventos para aprovechar esta fuente de alimentación no era tan nuevas. En la década de 1840 se presentaron los primeros modelos de lámparas de arco eléctrico.** Al igual que la lámpara de calcio (luz de Drummond), la linterna de arco producía una luz tan intensa que desentonaba con el resto de la iluminación, además de sus altos gastos de operación y requerir de una atención constante en los primeros modelos. Debido a lo anterior sólo se le utilizaba como seguidor y para la realización de efectos especiales (como puede ser la salida del sol o la recepción de la iluminación divina en la vida de un personaje).³²

29 Penzel, Frederick, *op. cit.*, pp. 41-46

30 Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 19

* El seguidor es una luminaria con forma de cañón y montada en un pedestal que le permite moverse verticalmente y/u horizontalmente; está pensado para iluminar a un actor u otro objeto mientras este se desplaza por el escenario.

31 Sellman, Hunton D., *Essentials of Stage Lighting*, New York, Meredith Corporation, 1972, p. 18

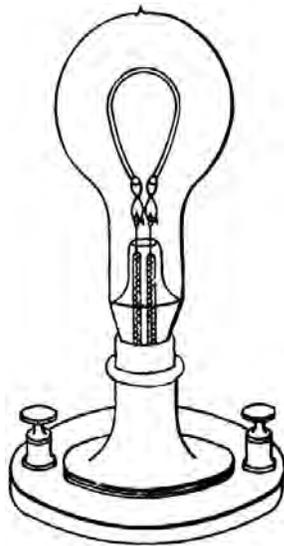
** Cuando a dos barras de carbón muy cercanas entre sí se les aplica una corriente eléctrica de alta intensidad, esta brinca de una a otra produciendo un rayo de luz y mucho calor.

32 Bentham, Frederick, *The Art of Stage Lighting*, New York, Taplinger Publishing Company, 1968 (Theatre and Stage Series), pp 277-278

Fue hasta la invención de la lámpara incandescente que se comenzó el declive de la iluminación a base de gas.

1.2 – La revolución del foco incandescente

En 1878 el inventor y empresario estadounidense Thomas Alva Edison (1847-1931) comenzó sus pruebas con alambre de platino, pretendía desarrollar una lámpara incandescente que funcionara por medio de electricidad y que fuese económicamente viable. Además de ser caro, el platino se fundía en muy poco tiempo. Edison continuó experimentando con diversos materiales hasta que en 1879 dio con el carbón.³³



El primer foco eficiente de Edison producía muy poca luz. La invención de una lámpara con un filamento eficiente de carbón creó nuevas necesidades, como el diseño y construcción de centrales eléctricas y las redes de cableado requeridas para una operación confiable y económica de los sistemas de alumbrado eléctrico.

Sin embargo Edison no fue el primero en presentar el foco incandescente en público, el químico británico Sir Joseph Wilson Swan (1828-1914) presentó su modelo el 5 de febrero de 1879 (Edison lo hizo el 31 de diciembre). Swan había estado experimentando

³³ Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 20

durante aproximadamente 30 años, con poco éxito por no lograr el vacío (ausencia de aire) al interior de la ampolla de vidrio, por lo que el filamento se quemaba en poco tiempo.³⁴ El error de Swan fue no patentar su trabajo, un asunto para el que Edison era muy bueno.



Hecha por el químico inglés Joseph Swan (1827 – 1914), esta lámpara cuenta con un filamento de carbón.

El primer teatro europeo que fue iluminado con las lámparas de Swan fue el Savoy Theatre de Londres en 1881, el cual tenía que contar con sus propios generadores eléctricos porque aún no existían redes de distribución.³⁵

“The system used is that of the "incandescent lamp" invented by Mr. J. W. Swan, and worked by an engine of Mssrs. Siemens Bros., & Co. About 1200 lights are used, and the power to generate a sufficient current for these is obtained from large steam engines, giving about 120 horse power, placed on some open land near the theatre. The new light is not only used in the audience part of the theatre, but on the stage for footlights, side and top lights, etc...”³⁶ †

³⁴ *ibidem*, pp. 20-21

³⁵ Bergman, Gösta M., *op. cit.*, p. 288

³⁶ *Oxford Companion to the Theatre* (Phyllis Hartnoll, ed.), tercera edición, London: Oxford University Press, 1967, p 567, *apud*, Penzel, Frederick, *op. cit.*, p. 72

† “El sistema usado es el de la “lámpara incandescente” inventada por Mr. J. W. Swan, y trabajó con un motor de los señores Siemens Bros., & Co. Cerca de 1200 luces fueron usadas, y el poder para generar una

Entre las grandes ventajas que trajo la iluminación eléctrica sobre la hecha por gas, lámparas de aceite y velas; se encuentra la no producción de malos olores y gases tóxicos que afectaron tanto al público como a los actores, a pesar de los sistemas de ventilación implementados en los teatros.³⁷ Los nuevos focos eléctricos tampoco producían un calor excesivo ni agotaban el oxígeno de la sala a causa de la combustión.

Aún con las grandes ventajas de la luz producida por medio de la electricidad, la lámpara eléctrica no fue aceptada inmediatamente por la sociedad; se temía causara efectos dañinos a la salud.

“Cuando la lámpara incandescente se introdujo definitivamente como alumbrado público, la gente tenía miedo de que su efecto fuese dañino para la vista, sobre todo durante un uso prolongado. En respuesta a eso, el parlamento de Londres dictó una ley que prohibía el uso de lámparas sin pantallas o reflectores.”³⁸

Ante las interrupciones que presentaba la alimentación eléctrica, el Savoy Theatre optó por mantener su red de gas y así tener ambos sistemas para que hubiese un respaldo en caso de que la electricidad fallase.³⁹

Después de Edison otros investigadores continuaron experimentando con diversos materiales en busca de que el foco incandescente produjera más luz y durara más tiempo. Con aportes de diversas fuentes se llegó a la lámpara con filamento de tungsteno que aún se usa en muchos hogares y cuya estructura no ha cambiado de forma radical desde principios del siglo XX.*

La adopción del foco incandescente dentro de la iluminación escénica permitió el desarrollo de luminarias que controlan la luz de una manera más eficiente. Nuevas formas de lentes y reflectores se fueron implementando para llegar a las luminarias usadas actualmente.

corriente suficiente para estas fue obtenido de grandes máquinas de vapor, dando unos 120 caballos de fuerza; las máquinas estaban ubicadas en un terreno abierto cercano al teatro. La nueva luz no sólo se usó para la audiencia, sino como candilejas en el escenario, laterales, superiores, etc...”

37 Bergman, Gösta M., *op. cit.*, p. 289

38 Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 21

39 Penzel, Frederick, *op. cit.*, p. 72

* El apéndice III del presente trabajo está dedicado a explicar los tipos de focos incandescentes, así como su funcionamiento, usados dentro de la iluminación escénica.

En la década de 1930 aparecieron en los catálogos comerciales las luminarias llamadas Fresnel y *Leko*; hasta 1940 lo hicieron los PARes. En el segundo capítulo del presente trabajo cada una de las tres luminarias mencionadas posee un apartado en donde es descrita.

Fue hasta el principio de la década de 1970 que la necesidad de la industria musical de ofrecer espectáculos cada vez más llamativos llevó a los fabricantes de luminarias escénicas a incorporar motores a los instrumentos ya existentes; nacieron las llamadas luces automatizadas o robóticas. Dichos dispositivos poseen la capacidad de girar para desplazar su haz luminoso de un lugar a otro, cambiarlo de color, tamaño, forma, etc.; todo depende del modelo que se trate. Es tan amplia la variedad de luces robóticas que resulta imposible describirlas a todas, pero el principio es el mismo que el de los aparatos de “iluminación convencional”*



Luminaria robótica

Actualmente, a principios del siglo XXI, la tecnología LED (Lighting Emitting Diode) se está abriendo camino dentro de la iluminación escénica. Aunque falta mejorar el desempeño de los LEDs (por ejemplo, la reproducción cromática todavía no es óptima), en

* Se suele llamar “iluminación convencional” a la que no posee sistemas automatizados que le permitan cambiar la apariencia de su haz luminoso de forma remota (forma, tamaño, color, etc.), por lo que tienen que ser preajustadas por el iluminador antes del espectáculo. Los PARes, *Lekos* y Fresneles son ejemplos de luminarias convencionales.

un futuro podrían representar cambios muy importantes; si no es que ya lo están haciendo.

Entre las ventajas introducidas por las luminarias LEDs es la capacidad para cambiar el color de su luz, por lo que puede sustituir a varias luminarias (en lugar de tener una para cada color). Otro punto a favor de esta nueva tecnología es su bajo consumo eléctrico en comparación con lo focos incandescentes.



PARLED

CAPÍTULO II

EL EQUIPO DE ILUMINACIÓN ESCÉNICA

CAPÍTULO II – EL EQUIPO DE ILUMINACIÓN ESCÉNICA

Para poder controlar la iluminación artística de un escenario, es necesario que se pueda regular por separado la alimentación eléctrica que recibe cada luminaria; por lo cual la trayectoria de dicha alimentación para cada uno de los instrumentos debe ser independiente de las demás. Las rutas que comunican al iluminador con la luz del escenario están compuestas de cuatro partes:

- Control: la consola de iluminación.
- *Dimmer*: alimenta a las luminarias con electricidad.
- Circuito: Un cable que transporta la electricidad desde los *dimmers* hasta la luminaria.
- Luminaria: Recibe la electricidad y la transforma en luz.

El proceso de comunicación entre el iluminador y la luz en el escenario es como sigue: El iluminador manipula una **consola de iluminación**, la cual manda una señal para que la fuente de electricidad (el *dimmer*) mande mayor o menor cantidad de esta, a través de un **circuito** (cable de cobre), hacia la **luminaria**.

En el presente capítulo se describen algunos de los dispositivos que le permiten al iluminador comunicarse con la luz del escenario.

2.1 – El banco de *dimmers*: evolución y funcionamiento

“En teatro es fundamental como recurso expresivo controlar la intensidad de las emisiones de luz, balancearlas, y establecer climas particulares susceptibles de ser modificados en el tiempo. Por eso se crearon los sistemas de control. Estos dispositivos permiten identificar determinadas fuentes de luz y fijar su intensidad mediante un regulador, agruparlas o manejarlas individualmente, y

darles un tiempo de modificación de su intensidad.”¹

El *dimmer* es un dispositivo que permite que una fuente emita luz con mayor o menor intensidad.

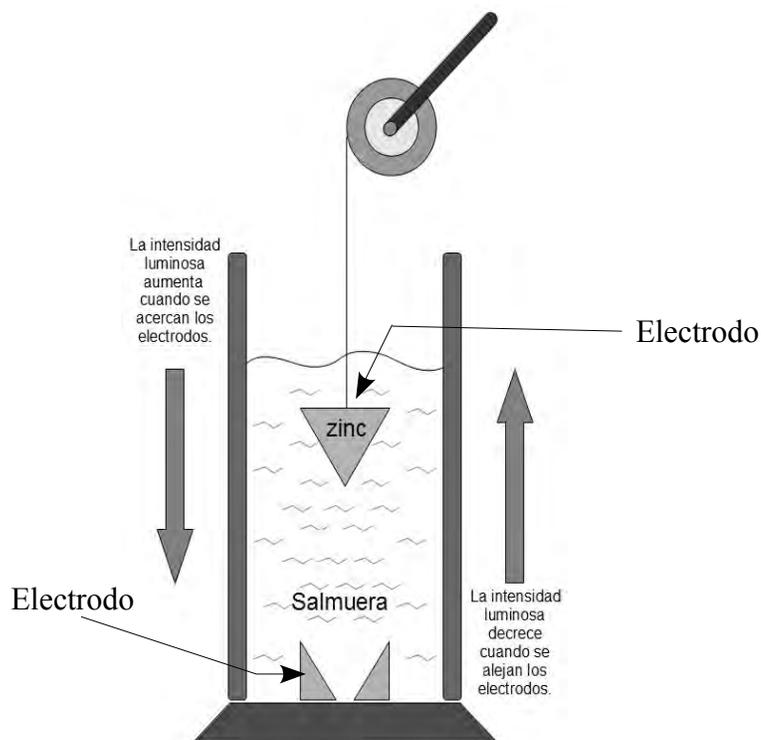
Antes del uso del gas dentro de la iluminación escénica, los sistemas de atenuación consistían en una barrera física entre la fuente y el escenario, es decir, primero se producía la luz y después se regulaba la cantidad de ella que llegaba al escenario; los ya mencionados barriles de Nicola Sabbatini son un claro ejemplo.

A partir de que el gas fue utilizado como fuente de alimentación de las lámparas para la iluminación escénica, se pudo regular la intensidad luminosa de las mismas desde antes que produjeran la luz. Entre las ventajas obtenidas estuvo el ahorro de combustible y la posibilidad de juntar el control de todas las luminarias en un centro de mando único.*

Los primeros *dimmers* que se utilizaron para regular la luz alimentada por electricidad fueron los de agua salada. Sumergidas en salmuera había dos placas de metal, una fija y otra móvil que se acercaba a la primera para aumentar la intensidad de la luz y se alejaba para disminuirla.

1 Sirlin, Eli, *La luz en el teatro: manual de iluminación*, Buenos Aires, Instituto Nacional del Teatro: Atuel, 2006, p. 212

* Aún se pueden encontrar sistemas de regulación mecánica que limitan la intensidad de la luz una vez que esta ya fue generada.

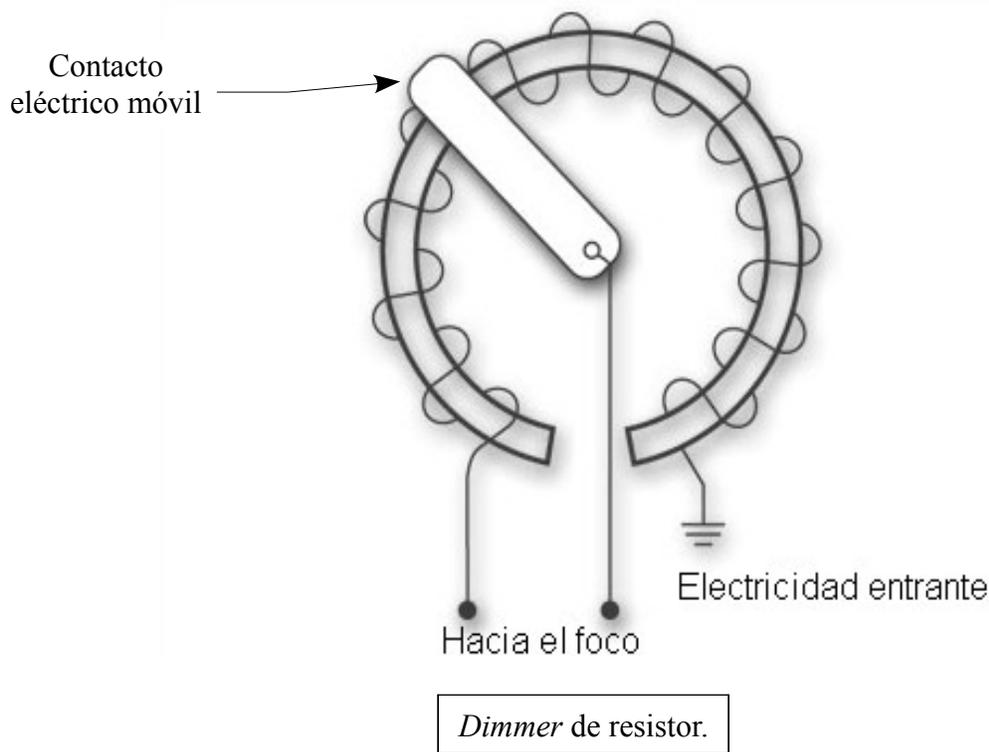


Dimmers de agua salada, los primeros para electricidad.

El gran problema de combinar agua salada y electricidad es que, al hacer pasar la segunda por la primera se produce un fenómeno llamado electrólisis, lo cual rompe las moléculas de la solución química (formada en este caso por cloro, sodio, hidrógeno y oxígeno). De la sal se desprende gas de cloro, venenoso; del agua, hidrógeno y oxígeno que son gases volátiles; por si fuera poco, cuando el sodio solo se queda con el agua se pone muy violento. También era necesario un mantenimiento constante para conservar las proporciones idóneas de los elementos en la salmuera y que los *dimmers* funcionaran de forma óptima.

La segunda generación en la regulación de la alimentación eléctrica fueron los llamados “*dimmers* de resistor”, también llamados de reóstato; consistían en un largo alambre metálico doblado para formar un círculo. Uno de los contactos eléctricos podía desplazarse a través de dicho alambre (el otro contacto estaba fijado al inicio) para aumentar o disminuir la distancia que tenía que recorrer la electricidad; la luz se iba haciendo más tenue conforme aumentaba la longitud ya que la energía era consumida en el

camino y liberada como calor.



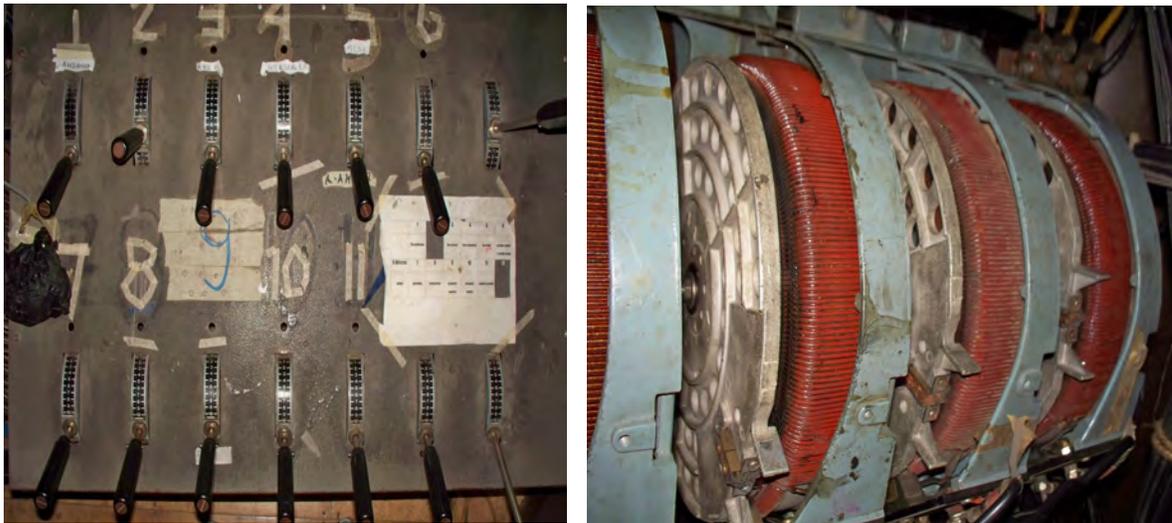
Los *dimmers* de resistor presentaban varias desventajas como:

- x Necesitar varias personas para su operación.
- x La electricidad que no llegaba al foco era convertida en calor.
- x Pesados y estorbosos.
- x Era necesario conectar todos los focos que pudiese soportar el *dimmer*. Si la resistencia estaba diseñada para 6000 watts y se tenían unidades de 1000 watts, era necesario tener las 6 conectadas o de lo contrario no se podía hacer oscuro total. Los focos sobrantes, “lamparas parásito”, prendían y apagaban junto con aquellas que sí eran útiles para el escenario; por lo que tenían que ser enviadas a donde no pudiesen ser vistas por el público (por ejemplo el callejón atrás del teatro).²

2 Parker, W. Oren, et. al., *Scene Desing and Stage Lighting*, Wadsworth, Canada, 2008, p. 458

Aún en la década de 1970 era posible encontrar *dimmers* de reóstato en funcionamiento.³

En 1940 comenzaron a usarse los *dimmers* de autotransformador, consistentes en un alambre de cobre enrollado sobre un anillo de hierro con el fin de inducir y controlar campos magnéticos. Con la llegada de estos *dimmers* ya no fue necesario llenar el total de su capacidad con “focos parásito”, además de producir menos calor y no ser tan estorbosos. Hasta 6 *dimmers* podían ser controlados por un sólo operador.⁴



Dimmers de autotransformador

En 1947 se inventaron los primeros *dimmers* electrónicos.⁵ El Rectificador Controlado de Silicio (SCR, por sus siglas en inglés) es un dispositivo que permite (está “abierto”) e impide (está “cerrado”) el paso de la corriente eléctrica, alternando entre estos estados varias veces por segundo. Mientras más tiempo el SCR esté impidiendo el paso de la electricidad menor será la intensidad de la luz.*

La revolución dentro de la iluminación escénica hecha por los *dimmers* electrónicos

3 *idem*

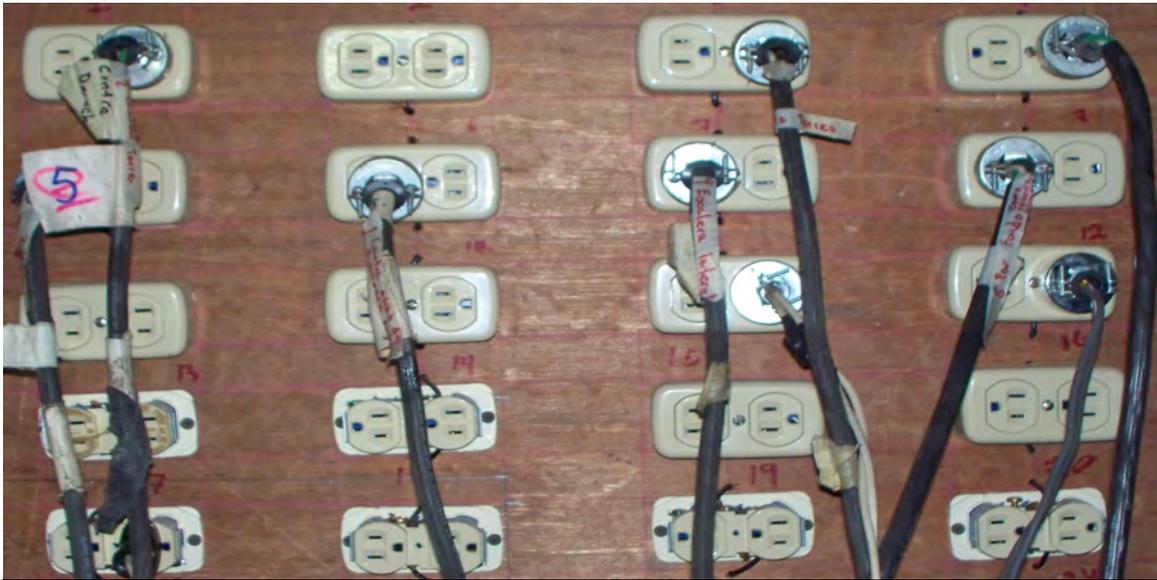
4 *ibidem*, p. 459

5 *idem*

* Al tomar un video con cámara de alta velocidad se puede ver cómo el foco está prendiendo y apagando constantemente, sólo que los cambios son tan rápidos que no los alcanza a percibir el ojo humano y la luz se ve como si el encendido fuese continuo.

consiste en que se pueden controlar a distancia por medio de una consola de iluminación. Es así como por primera vez el iluminador pudo observar el escenario desde fuera y de frente.⁶

La tecnología SCR para *dimmers* fue muy cara en sus inicios, por lo que resultaba suntuoso tener uno por cada luz que se requiriera. A falta de *dimmers* suficientes, era necesario que el sistema poseyera la flexibilidad para conectar cualquier luminaria a cualquier *dimmer*. Así pues, se comenzaron a usar los llamados *patch panel* (conocidos en español coloquial como panel o tablero de parcheo o *patcheo*), que consiste en varios enchufes, generalmente dos por *dimmer* (dependiendo del modelo). Los contactos suelen estar en la parte posterior del *dimmer* para ser usados ahí, o bien, se pueden llevar por medio de extensiones a un tablero que será colocado en un lugar más accesible para facilitar el parcheo.⁷



Tableros de parcheo; salidas directas de los dimmers (arriba), tablero hecho con extensiones (abajo).

6 Shelley, Steven Louis, *A Practical Guide to Stage Lighting*, 2nd ed., U.S.A., Focal Press, 2009, p.17

7 Parker, W. Oren, *et. al.*, *op. cit.*, pp. 463-464

A principio de la década de 1980 los *dimmers* de SCR bajaron considerablemente de precio y hubo la oportunidad de que cada luminaria tuviera el suyo, por lo cual prácticamente ya no fue necesario el constante parcheo manual de los circuitos eléctricos, pudiéndolos dejar fijos.⁸

Los *dimmers* actuales permiten hacer un parcheo electrónico por medio de la consola de iluminación, se le llama *soft patch*, con lo cual prácticamente cualquier *dimmer* puede controlar cualquier luminaria sin mover ningún cable.

Al igual que las anteriores tecnologías de atenuación, los *dimmers* basados en SCR's presentan inconvenientes. El rápido y sucesivo encendido y apagado del *dimmer* y del filamento del foco provoca una vibración audible que recibe el nombre de “ruido de filamento”. Con el fin de reducir el problema mencionado existe la necesidad de agregar una bobina llamada *choke*, la cual aumenta considerablemente el precio y peso de los *dimmers*.⁹



Un par de *dimmers* SCR con bobinas *choke*

Para los iluminadores más exigentes existen dos grandes desventajas más en los *dimmers* eléctricos. Al bajar la intensidad de la luz su color se vuelve más rojizo. La segunda, consecuencia de la primera, es que al usar filtros de colores también varía el tono de la luz resultante. La única solución para ambos inconvenientes es el uso de medios de

⁸ *ibidem*, pp. 464-465

⁹ Huntington, John, *Control Systems for Live Entertainment*, 3rd ed., U.S.A., Focal Press, 2007, pp. 62-63

atenuación mecánicos que disminuyan la intensidad de la luz una vez que esta ya fue producida; un sistema de persianas colocadas en la boca de la luminaria son un buen ejemplo.¹⁰

Los componentes electrónicos generan calor durante su funcionamiento y las altas temperaturas los deterioran. Para evitar el rápido desgaste de los *dimmers* es necesario que cuenten con una buena ventilación. Como mantenimiento preventivo hay que impedir que el polvo tape las entradas y salidas de aire, así como verificar el correcto funcionamiento de los ventiladores.

A cada *dimmer* se puede conectar más de una luminaria, siempre que no se sobrepase su capacidad de carga eléctrica (los más usados en el teatro soportan 2000 ó 4000 watts). Todas las luminarias conectadas a un único *dimmer* funcionarán como una sola, es decir, se encenderán y apagarán juntas (en la jerga de la iluminación escénica se dice que dichas luminarias están “pareadas”).

Se han desarrollado soluciones más avanzadas que los SCR's, algunas* están basadas en el mismo principio. También existen otros tipos de *dimmers* destinados a lámparas no incandescentes (como son las fluorescentes, de descarga, vapor de metales, etc.). La explicación de dichas tecnologías sería tan amplia y técnica que ya correspondería a un trabajo distinto al presente.

2.2 – Consola de iluminación o mesa de luces

Con la capacidad de los *dimmers* electrónicos para ser controlados a distancia se tuvo la necesidad de desarrollar dispositivos para poder aprovechar este beneficio. Fue así como nacieron las “consolas de iluminación” (también conocidas como “mesas” o “tableros”), que son las encargadas de establecer una comunicación entre el técnico y las luminarias (pasando por los *dimmers*).

10 Fitt, Brian y Thornley, Joe, *Lighting Technology: A Guide for Television, Film and Theatre*, 2nd. Great Britain, Focal press, 2002, pp. 126-127

* Por ejemplo los Transistores Bipolares de Puerta Aislada (IGBT's por sus siglas en inglés).

“La mesa de control de luces es el instrumento con el que se regulan las intensidades de los focos. Desde sus potenciómetros damos las órdenes a los dimmers por medio de unas pequeñas variaciones de tensión [eléctrica], que van desde 0, para el apagado de un canal hasta 10, que es el encendido total.”¹¹

Las consolas de iluminación existen en infinidad de modelos, tamaños y precios; pero el objetivo es el mismo: poder escoger la intensidad de cada una de las luminarias. En las luces robóticas además de la potencia lumínica se podrá configurar el color, posición, etc.

A grandes rasgos, las consolas se pueden clasificar en tres grupos según sus funciones. No existen normas estrictas ni hay fronteras claras; es muy poco probable encontrar una consola “de raza pura” (que sólo encaje en una de las siguientes clasificaciones), ya que casi todas las consolas son híbridos de diferentes grupos. La separación funciona más que otra cosa para fines didácticos.

- Manuales: Cada canal* representa sólo a un *dimmer*, y únicamente se puede regular la intensidad de cada uno de ellos por medio de potenciómetros**. No poseen memorias, por lo que no se puede guardar ni programar algo para su posterior ejecución.
- Semicomputarizadas: Este tipo de consolas agregan funciones básicas de memoria a las posibilidades de las manuales. Por ejemplo, se puede programar que sólo un potenciómetro regule varios canales, haciendo más ágil el trabajo del operador.
- Computarizadas: Suelen tener pocos potenciómetros, pero son capaces de manejar gran cantidad de canales y llamarlos por medio de un teclado. Todos los cambios y efectos de iluminación pueden ser guardados para su posterior reproducción.

Además, los fabricantes también han desarrollado aplicaciones (denominadas *off-*

¹¹ López Sáez, José Miguel, *Diseño de iluminación escénica*, Madrid, Editorial La Avispa, S.L., 2000, p. 64

* Dentro del control de la iluminación escénica se le llama canal a la unidad básica de la consola, y es una guía para informar de la capacidad de las mismas. Una mesa de 24 canales podrá establecer 24 vías de comunicación independientes entre ella y los *dimmers*. Funciona como analogía el tener 24 líneas telefónicas distintas, con las cuales se podrán realizar 24 llamadas diferentes.

** Suele ser un botón deslizable que envía una señal eléctrica más fuerte o más débil para indicarle a los *dimmers* que enciendan la luz a mayor o menor intensidad.

line) para ordenador que permiten la modificación de lo guardado en cualquier computadora para que la consola lo pueda reproducir después.¹²

2.2.1 – Consolas manuales

“Manual control implies physical movement of a handle, lever, dial, fader, or slider to affect a dimmer.”¹³ †

Existen dos tipos de control manual:

- Local, que está “pegado” a los *dimmers* y que los modifica mecánicamente.
- Remoto, cuyos controles se encuentran en una consola de iluminación y trabajan sobre los *dimmers* de forma electrónica por medio de una conexión cableada. Aunque los *dimmers* reciben una señal electrónica, este tipo de consolas son consideradas manuales debido a que el operador debe mover físicamente los controles.¹⁴

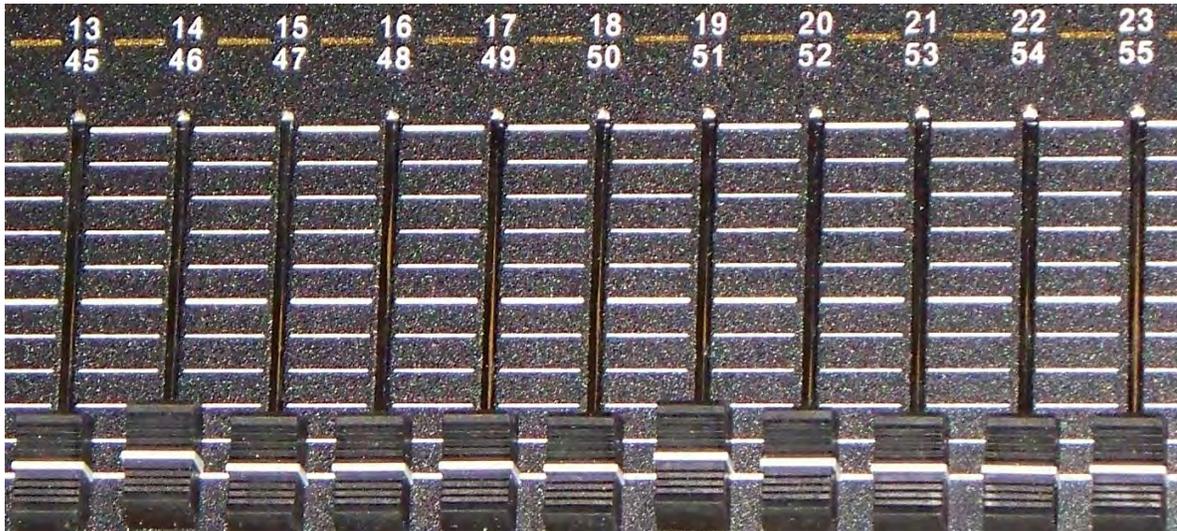
Una consola de iluminación manual posee varios potenciómetros (también se llaman *faders*) que envían una pequeña señal eléctrica hacia el *dimmer* para que el foco de la luminaria encienda. Están graduados de cero a diez, en cero la lámpara está apagada y en diez trabaja al 100% de su capacidad.

12 Fitt, Brian y Thornley, Joe, *op. cit.*, p. 140

13 Shelley, Steven Louis, *op. cit.*, p. 20

† “El control manual implica el movimiento físico de una manija, palanca, disco, *fader* o botón deslizable para afectar un *dimmer*.”

14 *ibidem*, p. 21



Potenciómetros

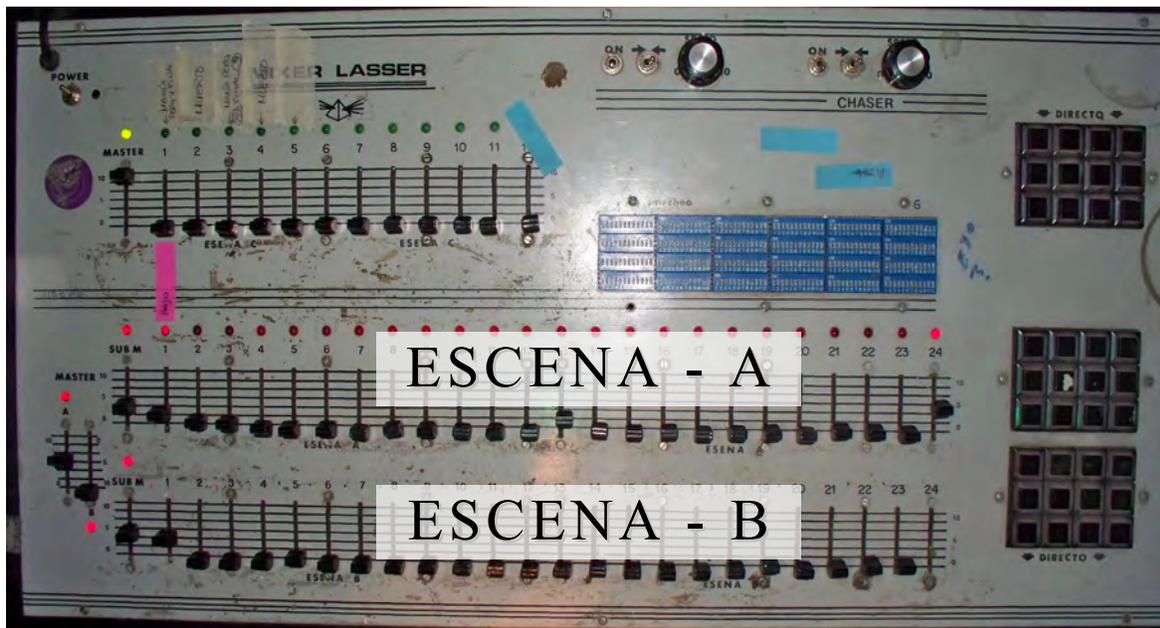
En los casos más sencillos la relación entre potenciómetros y *dimmers* es 1 a 1, es decir, un potenciómetro controla sólo a un *dimmer*. Es así como se forma un “canal”*, la unidad básica de la consola.

En el mercado se pueden encontrar consolas de 6, 12, 18, 24, 32 ó 48 canales, lo cual repercute en su tamaño, precio y facilidad de operación (a más canales utilizados, más dedos necesitará el operador).

Las consolas manuales usualmente poseen dos hileras de potenciómetros que controlan el mismo canal, es decir, están repetidos. Estos dos grupos de potenciómetros (llamados “Escena** A” y “Escena B”) no funcionan al mismo tiempo, se van alternando la posesión del control sobre los *dimmers*, para permitir preparar con anticipación el siguiente cambio de luces y así evitar el tener que mover varios potenciómetros a la vez.

* No hay mayor problema en utilizar el término canal como sinónimo de potenciómetro en las consolas manuales; así será asumido en este escrito.

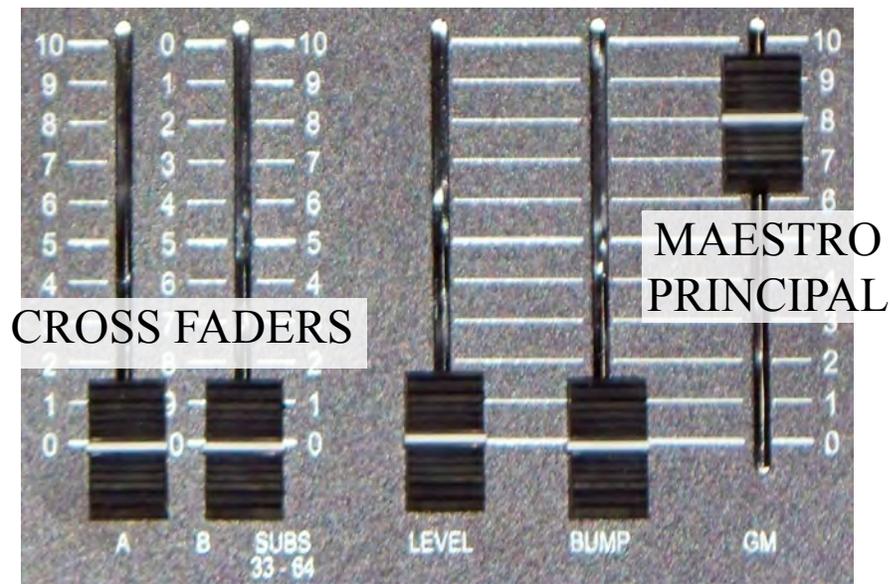
** Una escena en la consola es el conjunto de valores de intensidad de cada canal, por ejemplo: canal 1 a 100%, canal 2 a 63%, canal 3 a 0%, canal 4 a 32%, etc.



Consola de dos escenas

Además de los potenciómetros destinados a cada canal, las consolas poseen otros controles (entre más potenciómetros y botones) que las proveen de mayores funciones; las más usadas son:

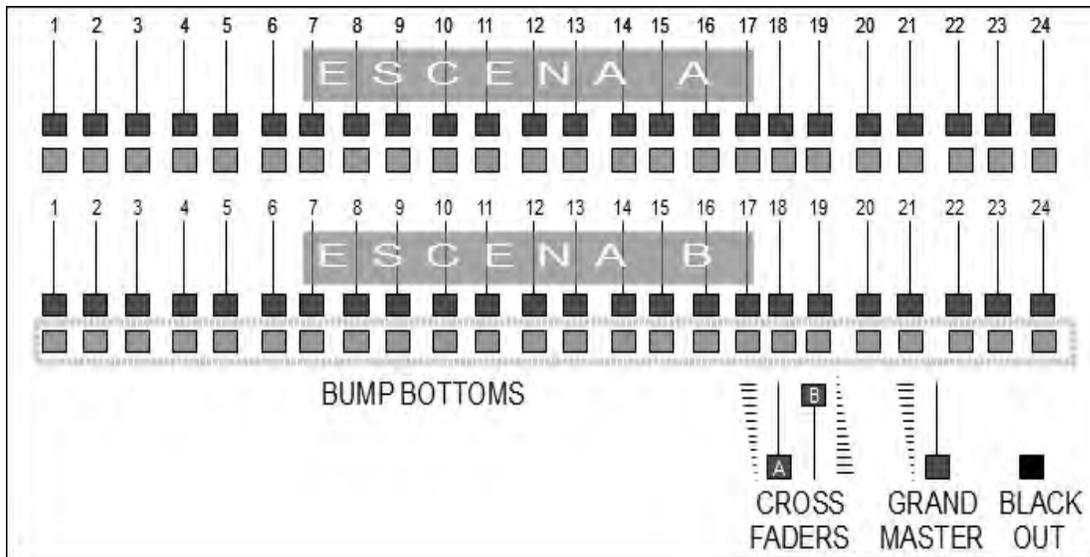
- **Grand Master:** El potenciómetro maestro. Ninguna luminaria controlada por la consola podrá estar a mayor intensidad que la dictada por este potenciómetro; si su valor es 0 habrá obscuro total, sin importar el valor de los canales.
- **Cross-fader:** Se puede considerar como una versión reducida del *Grand Master* ya que tiene la misma función, pero sólo controla una de las escenas de la consola. Los *Cross-faders* de la escena A y B se encuentran invertidos, lo que permite cambiar entre escenas con sólo un dedo.



Cross Faders y Grand Master

- **Bump bottom** o **flash bottom**: Son botones que se encuentran debajo del potenciómetro de cada canal y no manejan intensidades intermedias. La luminaria encenderá al 100% durante el tiempo que se mantenga presionado el botón. Hacer efectos de relámpagos es un ejemplo de su uso.
- **Black-out**: Un botón que sirve para hacer obscuro total de manera inmediata al activarlo, al volverlo a presionar todas las luces regresarán al estado en que estaban (a menos que el operador haya modificado los valores de intensidad).

Un ejemplo de la disposición general de una consola manual es el siguiente (variará según el modelo):



Consola manual

2.2.2 – Consolas semicomputarizadas

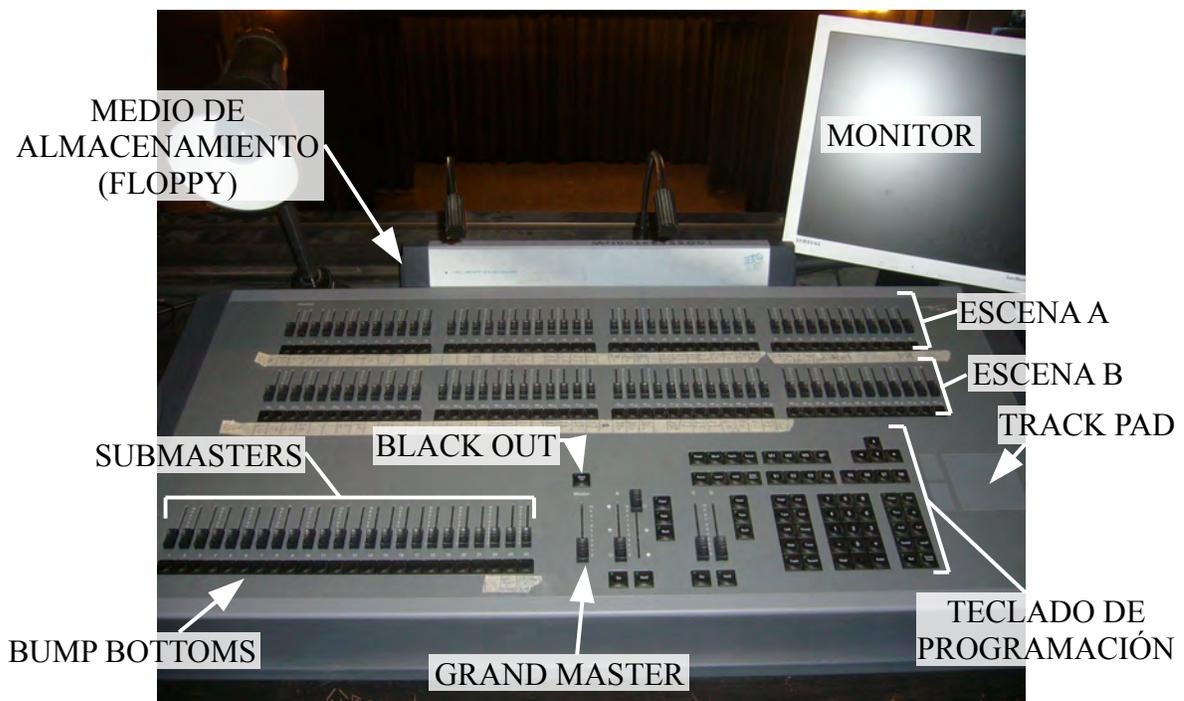
Las consolas semicomputarizadas poseen microprocesador y memoria electrónica, lo cual permite que sean programadas. Pueden agregar las siguientes funciones (entre otras) a las que poseen las consolas manuales:

- Capacidad para el manejo de un mayor número de luminarias.
- Control de luces robóticas*.
- *Submasters*: Son potenciómetros que controlan un grupo de canales elegidos por el usuario. Por ejemplo: si se requiere que los canales 1, 5, 6 y 20 funcionen al mismo tiempo y a la misma intensidad, se asignan al *submaster* 1 y así se facilita la operación de la consola al necesitar menos dedos.
- *Soft patch*: El parcheo se puede hacer de forma electrónica por medio de la

* Luminarias con motores que permiten modificar su posición, color, tamaño de haz luminoso, etc.

consola, cualquier *dimmer* o grupo de *dimmers* pueden ser asignados a cualquier canal.

- Se pueden guardar en la memoria (interna o extraíble) todas las escenas lumínicas hechas, con su orden y respectivos tiempos de entrada y salida (se les llama *cues**), lo cual hace posible que se repita exactamente la iluminación de una función.
- Monitor: Utilizado para facilitar la interacción del operador con la consola. Proporciona de manera visual información de los procesos que se están ejecutando en la consola, la intensidad de los canales, lo guardado o lo que se va a grabar en la memoria, etc.
- Track Pad o Joystyk: Para corregir los tiempos de los cambios de luces durante la función en caso necesario; o para manejar luminarias robotizadas.



Consola semicomputarizada

* Aunque se puede tener una acepción más amplia o distinta, en este caso un *cue* es un cambio (por pequeño que sea) en la iluminación del escenario. En la memoria de la consola se graba la intensidad a la que está cada luz y el tiempo en el que se produce dicha variación, que se hará de forma automatizada con sólo presionar un botón.

2.2.3 – Consolas computarizadas

Este tipo de consolas están pensadas para diseños de iluminación complejos, las hay de 8000 canales o más (sería muy caro y poco práctico tener potenciómetros para cada uno). Muy usadas en conciertos y una que otra inauguración de juegos olímpicos.

La consola computarizada no es más que un ordenador, lo que la hace diferente es su *software** y teclado especializados. Tiene la posibilidad de programar todo previamente e iluminar todo un evento automáticamente con sólo apretar un botón al principio; lo cual puede ser muy riesgoso, ya que si algo se retrasa (músico, bailarín, actor, etc.), se descuadran los tiempos de la iluminación.

Las más recientes consolas computarizadas usan procesadores diseñados originalmente para máquinas personales, lo cual permite su expansión por medio de la conexión a módulos adicionales y así aumentar sus capacidades. Otra ventaja de basar las actuales consolas de iluminación en la informática, es la flexibilidad de personalización del *software* que usan, logrando con esto hacer más fácil su operación.¹⁵

2.3 – Tipos de luminarias

La Comisión Internacional de Iluminación (CIE, por sus siglas en francés) define a las luminarias como “artefactos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas, y contienen todos los artefactos necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación”¹⁶

Fundamentalmente, una luminaria está conformada de la siguiente manera: un foco es alojado dentro de una carcasa de lámina metálica y se coloca en el *socket*** para que reciba la electricidad. La luz emitida para atrás rebota hacia delante en un reflector con el propósito de ser aprovechada. Si se quiere que la luminaria concentre el haz de luz se

* Programa informático.

15 Fitt, Brian y Thornley, Joe, *op. cit.*, p. 139

16 Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 181

** Base en donde se inserta el foco.

coloca una o más lentes frente al foco. En la boca de la luminaria hay ranuras para colocar filtros de color, opcionalmente puede haber paletas de metal para limitar el haz lumínico. La carcasa está unida a un arco metálico que sirve para montar la luminaria en diversos soportes.¹⁷

Las luminarias son el final de la cadena de iluminación escénica y hay varios tipos de ellas, creadas para distribuir la luz de una manera determinada. Tomando en cuenta lo anterior, las luminarias escénicas se pueden agrupar en:

- **Luminarias de luz concentrada (*spotlights*):** Cuentan con una o más lentes convergentes que concentran el haz luminoso y pueden darle bordes definidos. Utilizadas para delimitar áreas específicas o hacer baños generales de luz en pequeños lugares o sectores.
- **Luminarias de luz difusa (*floodlights*):** Básicamente consisten en un foco con reflector; cubren áreas más amplias y su haz carece de bordes definidos. Son útiles para bañar el escenario con luz y crear ambientes lumínicos.
- **Luminarias de efectos especiales (*EFX, projectors*):** utilizadas para simular la luz producida por fenómenos naturales (velas, antorchas, estrellas, etc.).
- **Luminarias automatizadas (también llamadas inteligentes o robóticas):** Cuentan con motores controlados a distancia que les permiten cambiar de posición, color, forma, etc.).¹⁸

Como ya se ha mencionado, existen en el mercado un amplio abanico de luminarias escénicas, cada fabricante hace sus modificaciones; aún así se pueden encontrar elementos comunes que todas o la mayoría poseen:

- **Foco:** Es el componente fundamental, ya que es el encargado de transformar la

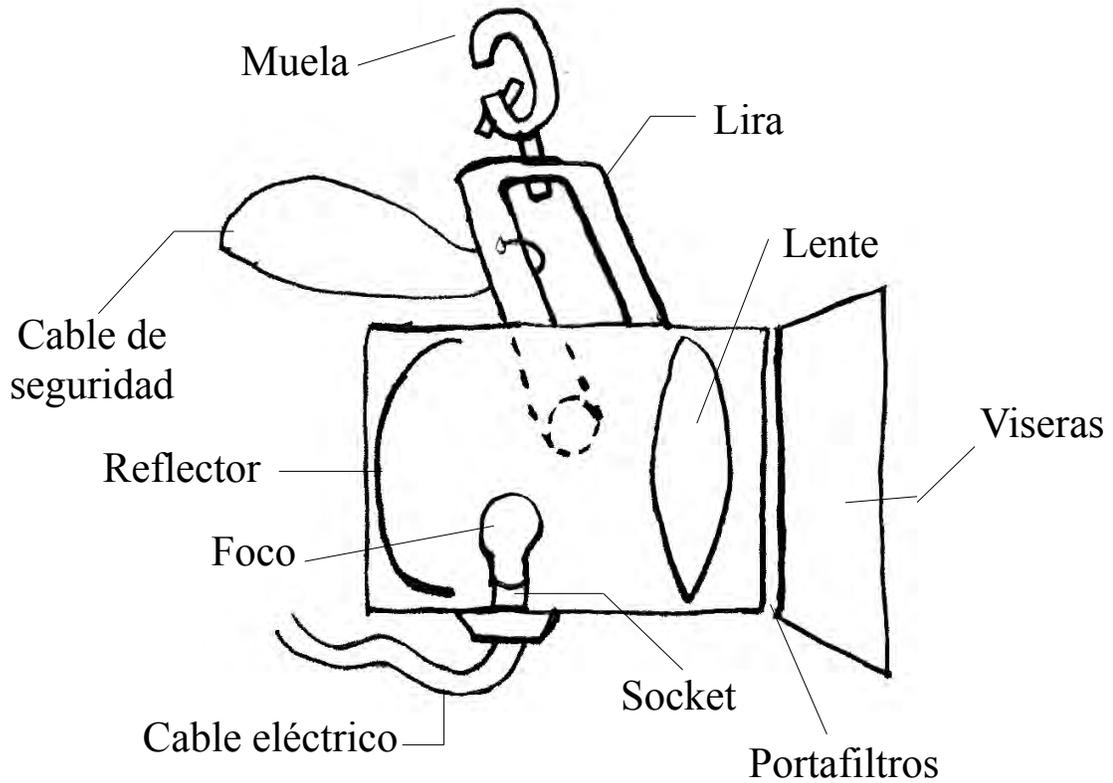
17 Keller, Max, *Fantastic Light :the art and design of stage lighting*, 2nd. ed. Munich, Prestel, 2006, p. 105

18 Sirlin, Eli, *op. cit.*, pp. 181-203

energía eléctrica en luminosa.

- **Caja:** Es el armazón o cuerpo de la luminaria, generalmente hecho de algún metal. Posee secciones desmontables o móviles para permitir el acceso y/o modificación de otros componentes, como es el foco.
- **Reflector o espejo:** Recoge los rayos de luz que el foco emite a la parte posterior de la luminaria y los proyecta hacia delante para que sean aprovechados y así aumentar la intensidad lumínica. Existen tres formas principales: circular, parabólico y elipsoidal.
- **Lente:** Se encuentra delante del foco, puede ser en la boca de la caja. Es utilizada para controlar el haz de luz y darle diferentes propiedades. No está presente en todas la luminarias.
- **Casquillo o socket:** Base en donde se inserta el foco al interior de la luminaria.
- **Cable y conector:** Lleva la electricidad desde la fuente hasta el foco.
- **Lira o Arnés:** Soporte en forma de horquilla que sujeta a la caja mediante tornillos con tuercas o mariposas, lo que permite modificar el ángulo de dirección de la luminaria.
- **Muela:** Una prensa que sujeta a la lira, y por lo tanto a toda la luminaria para poder colgarla o fijarla a diversos soportes, como pueden ser los tubos.
- **Portafiltros:** Sirve para sujetar a la boca de la luminaria micas, correctores o difusores que modificarán en su color, temperatura, intensidad, etc., al haz luminoso. Generalmente son de chapa de aluminio.
- **Viseras:** Son paletas metálicas (hasta 4) que se colocan alrededor de la boca de algunas luminarias, como los Fresneles, con el fin de recortar el haz de luz.

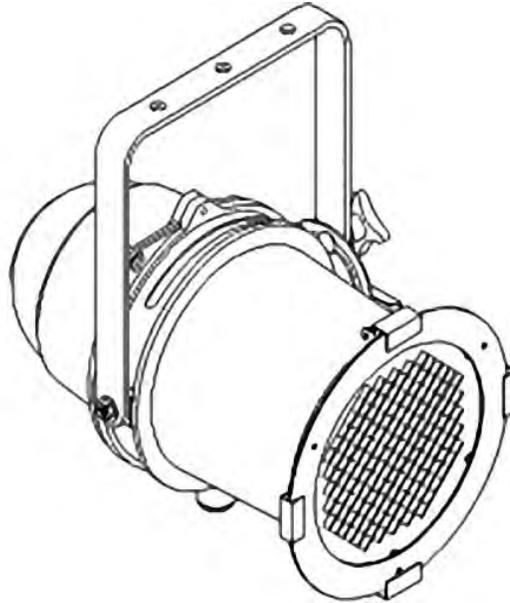
- **Cable de seguridad:** Generalmente de acero, sirve para evitar la caída accidental de la luminaria.¹⁹



Partes generales de una luminaria

19 Moreno, Juan Carlos y Linares, César, *Iluminación*, 3ª ed., Ciudad Real, España, Ñaque, 2002, pp. 63-65

2.3.1 – PAR (Parabolic Aluminized Reflector)



PAR (Parabolic Aluminized Reflector)

Las luminarias de Reflector Parabólico Aluminizado fueron inventadas por el empresario norteamericano Clarence Birdseye (1886-1956)²⁰. Son luminarias livianas y resistentes al uso rudo, por lo que se utilizan mucho en conciertos y otras actividades escénicas itinerantes. Los iluminadores de habla hispana les llaman PAR, PAREs, PARcan*, latas, chileros, etc.

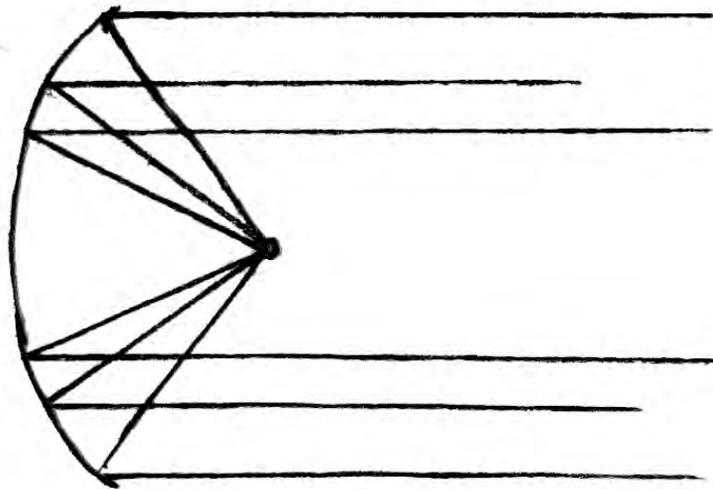
La luminaria completa recibe el nombre de PAR porque el foco que usa tiene ese mismo nombre. Dicha lámpara es una unidad sellada que ya trae integrado el filamento, reflector parabólico y un vidrio protector que a la vez puede funcionar como lente. No es posible separar las partes del foco, por lo que al fundirse o romperse es necesario cambiarlo completo.

²⁰ Parker, W. Oren, *et. al.*, *op. cit.*, p. 377

* Los nombres PAR, PAREs, PARcan se usan en género masculino cuando se habla de la luminaria completa.

Un simple cilindro de aluminio con *socket* y cable eléctrico en uno de sus extremos es la carcasa de un PAR. Se suele agregar una rejilla de protección delante del foco para evitar la caída de vidrios al escenario en caso de que estalle.

El reflector parabólico de un PAR hace que los rayos luminosos rebotados en él viajen paralelos entre sí hacia delante*. El cristal de la unidad (los hay con distintos grabados) puede servir para redistribuir la luz antes de que llegue al escenario.



Así rebota la luz en un reflector parabólico

Los diferentes modelos del cristal (también llamado lente) de la lámpara PAR provocan un haz de luz más estrecho o más abierto, los más usados son:

- **Very Narrow Spot (VNSP):** Lente transparente que produce un haz estrecho.
- **Narrow Spot (NSP):** Lente granulada que produce un haz de tamaño mediano.

* Cuando el filamento se encuentra en el centro (punto focal) del reflector, los rayos de luz que son rebotados viajan paralelos unos de otros. Cuando el filamento se aleja del reflector los rayos convergen (se juntan), cuando se acerca divergen (se separan). Los espejos de aumento aprovechan los mencionados efectos para agrandar la imagen.

- **Medium Flood (MFL):** Lente corrugada que produce un haz abierto.
- **Wide Flood (WFL):** Lente mayormente corrugada para un haz muy abierto.



Narrow Spot



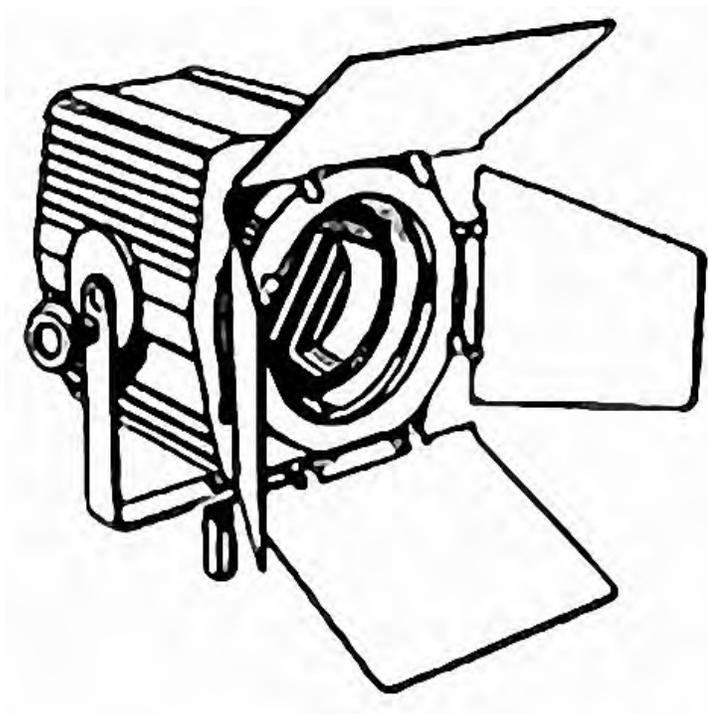
Medium Flood

Las luminarias PAR producen un principal haz de luz concentrada y de forma ovalada (llamado “*beam*”) y otro secundario que lo rodea (llamado “*field*”).²¹ La carcasa permite girar el foco para acomodar el óvalo en la dirección conveniente.

En el mercado hay disponibles diferentes tamaños de lámparas PAR y este se expresa en octavos de pulgadas, es decir, el PAR 64 es de 8 pulgadas de diámetro (64/8"). Existen lámparas PAR 16, 36, 46, 56 y 64, esta última es la más usada en la iluminación escénica.

²¹ Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 192

2.3.2 – Fresnel



Fresnel

Lo que hace especial a una luminaria Fresnel es la lente usada, la cual tiene el mismo nombre. La ventaja de dicha lente es su delgadez, es posible fabricarlas de gran tamaño sin la necesidad de aumentar su espesor. Pesan menos, por lo cual no absorben tanto calor ni son tan frágiles como lo sería una lente plano-convexa* normal. Además, están hechas de vidrio de silicato de boro (borosilicato) el cual resiste mejor los cambios de temperatura.**

“Estas lentes [las Fresnel] datan de finales del siglo XVIII, cuando Francia buscaba la manera de hacer faros nuevos a lo largo de la costa de Normandía. En 1748, el conde de Buffon (escritor y naturalista francés) se da cuenta de que sólo el borde exterior es necesario para desviar la luz y corta la lente en aros del

* Como su nombre lo sugiere, las lentes plano-convexas poseen una superficie plana y otra curva (hacia fuera).

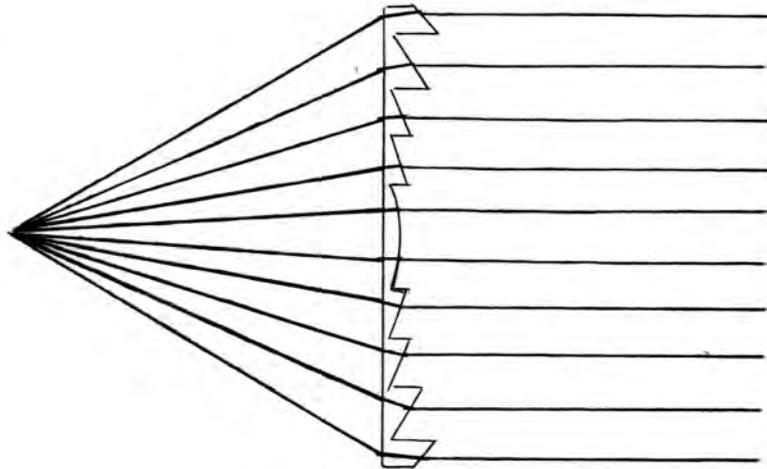
** El vidrio de borosilicato es un cristal cuya composición ha sido modificada para tener una mejor resistencia a los choques térmicos. No obstante la lente conserva sus excelentes propiedades ópticas, por eso se utiliza en la iluminación, la investigación (microscopios) y la industria.

lado exterior. Más tarde Agustín Fresnel mejoró esta idea, desarrollando el modelo que conocemos hoy.”²²

Fue hasta el principio de la década de 1930 que la lente Fresnel comenzó a usarse en el teatro²³ como alternativa a las lentes plano-convexas.

Cuando una lente plano-convexa es muy gruesa, puede romperse con más facilidad ante el calor excesivo de un foco. En las luminarias de tipo elipsoidal (ver subcapítulo siguiente) el problema se atenúa con un reflector de tipo dicróico* o usando dos lentes delgadas; otro método de evitar el uso de lentes muy gruesas es la eliminación de su parte innecesaria.

Dado que sólo la forma de las superficies de una lente plano-convexa son importantes para la refracción** de la luz, se puede prescindir del núcleo de la lente. La parte convexa puede cortarse de forma escalonada y seguir conservado la curvatura; así se logra una lente delgada con propiedades refractivas muy cercanas a las de una plano-convexa normal.²⁴



Así desvía la luz una lente Fresnel

22 Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 171

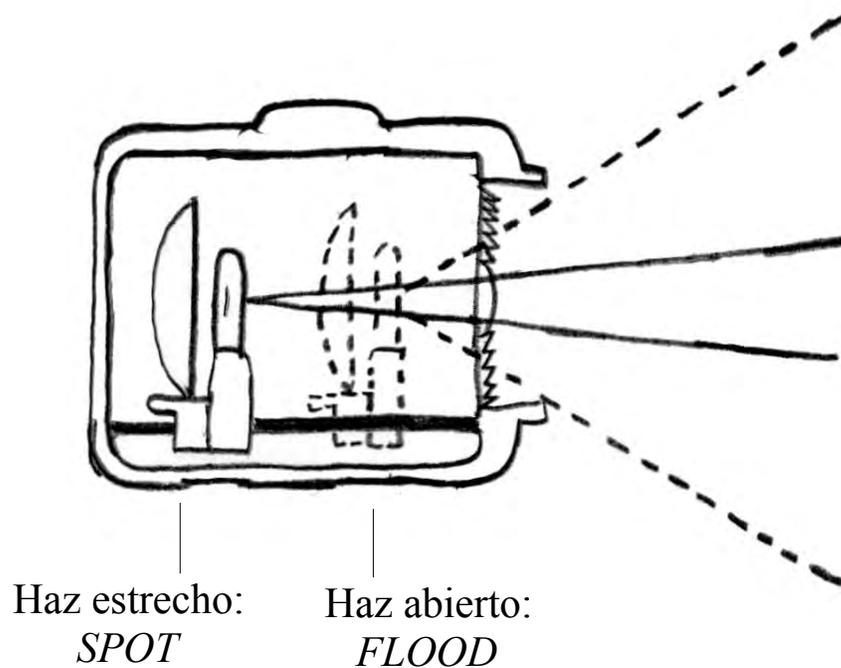
23 Bellman, Willard F., *Lighting the stage: Art and practice*, 2nd-ed, New York, Chandler Publishing, 1974, p. 68

* Los reflectores dicróicos están diseñados para sólo reflejar los rayos luminosos y dejar pasar la mayoría del calor para que no sea rebotado hacia el frente.

** La luz varía de dirección y velocidad cuando cambia de un medio a otro, por ejemplo cuando pasa al vidrio después de haber viajado por el aire.

24 Parker, W. Oren, *et. al.*, *op. cit.*, p. 366

Los Fresneles sólo constan de un reflector esférico, un foco y una lente Fresnel. El reflector y el foco están montados en un tornillo sin fin o riel que les permite desplazarse atrás y adelante, con lo cual se puede variar la amplitud del haz luminoso. Cuando se acercan a la lente el ángulo se abre (se utiliza el término *flood* para esta posición); al alejarse, el diámetro del haz luminoso se hace más estrecho (a esta colocación se le llama *spot*).



Mecanismo interno de un Fresnel

Aunque las lentes Fresnel poseen propiedades ópticas similares a las lentes planoconvexas, no se les utiliza en instrumentos que requieren gran precisión (como los *Lekos**). Los saltos entre cada anillo de la lente producen círculos de colores en el haz luminoso (aberraciones cromáticas), lo que hace a estas lentes inútiles para crear imágenes nítidas.

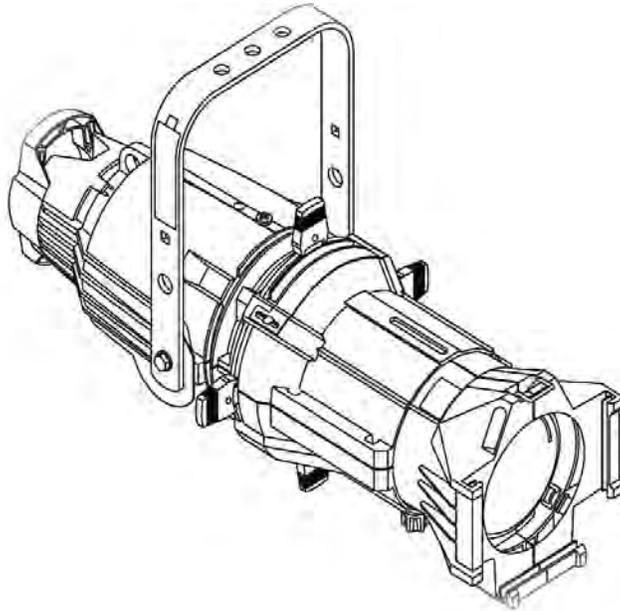
* Ver subcapítulo 2.3.3

Las lentes Fresnel no se fabrican totalmente transparentes para evitar los defectos que provocan en el haz luminoso; en la parte interior se les da un acabado ligeramente granulado para disimularlos. Es así como los Fresneles producen una luz homogénea y de bordes difusos que los hace ideales para baños generales de luz.



Aspecto frontal de una lente Fresnel

2.3.3 – *Leko* (Elipsoidal o Recorte)



Leko, Elipsoidal o Recorte

“Stage lighting requires tight control over light beams for composition and focus. In addition, stray light illuminating the architecture of the theatre or unintended scenery is both distracting and unacceptable. The ERS [Ellipsoidal Reflector Spotlight] is by far the most successful of conventional instruments in controlling light. The precision of the ellipsoidal reflector coupled with clear refracting lenses accounts for this control. The addition of gobos can texture the light in endless ways. Frost diffusion placed in the color frame can achieve a variety of softening effects. There is no better instrument for providing flexibility as well as control of light.”²⁵ †

Los *Lekos* o elipsoidales son actualmente muy utilizados en la iluminación escénica gracias a que poseen la capacidad de cambiar la forma de su haz luminoso de bordes

²⁵ Parker, W. Oren, *et. al.*, *op. cit.*, p. 373

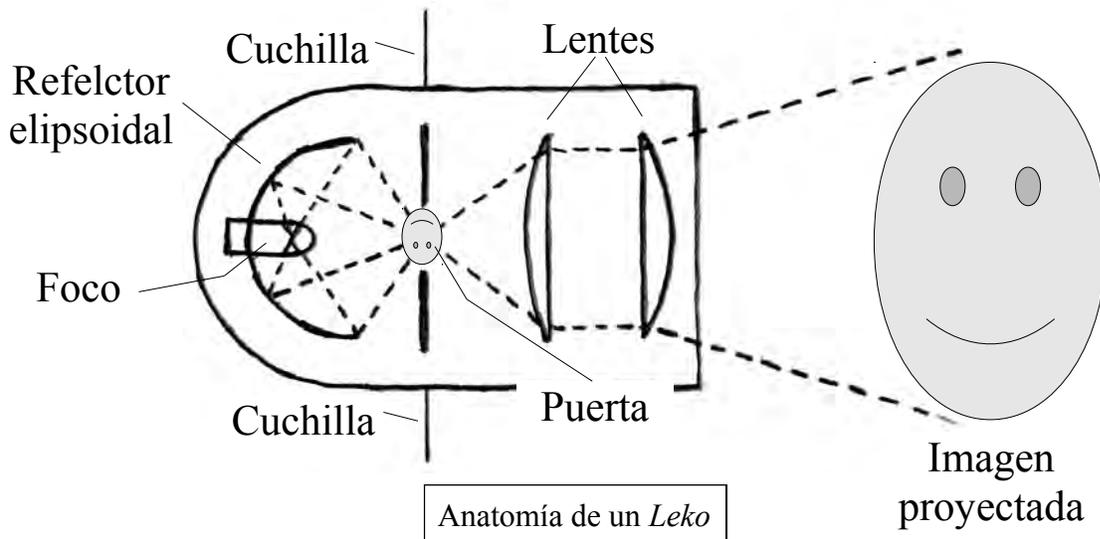
† “La iluminación escénica requiere un control estricto sobre los rayos luminosos y su enfoque. Además, la luz difusa que ilumina la arquitectura del teatro o partes no deseadas del escenario representa una distracción inadmisibles. Los ERS [*Ellipsoidal Reflector Spotlight*] son por mucho los instrumentos convencionales más efectivos en el control de la luz. La precisión del reflector elipsoidal aunado a las lentes transparentes de refracción son útiles para este control. La adición de gobos puede texturizar la luz de interminables maneras. Los *frost* de difusión colocados en el portamicas pueden lograr una gran variedad de efectos suavizantes. No hay un instrumento que provea mayor flexibilidad y control de la luz.”

definidos en figuras diferentes a las de un círculo.

“This luminaire [el elipsoidal] is the workhorse of the theatre used mainly as a keylight for the artist, or as a silhouette projector.”^{26 †}

El *Leko* recibe su nombre por la combinación de los apellidos de los dueños de la empresa que lo introdujo en 1933, la *Century Lighting* (actualmente *Strand Lighting*); sus nombres fueron Joseph Levy y Edward Kook. Dependiendo de la región geográfica se le puede llamar a esta luminaria de distintas formas (como Recortes o Elipsoidales), pero aunque “*Leko*” o “*Lekolite*” fue el nombre comercial del modelo original, actualmente se usa indistintamente para referirse a él sin importar su fabricante.^{27 *}

En esencia un *Leko* es un proyector de imágenes. El reflector de forma elipsoidal recolecta los rayos de luz que el foco emite hacia la parte posterior para rebotarlos y enviarlos a “la puerta” en donde se encuentra la imagen que se desea proyectar (a esta altura se colocan las cuchillas, gobos o iris**); la lente se encarga del enfoque para que pueda verse la imagen nítida en “la pantalla” (que es el escenario).



26 Fitt, Brian y Thornley, Joe, *op. cit.*, p. 90

† “Esta luminaria [el elipsoidal] es el caballo de batalla del teatro, utilizada en gran medida como luz principal para el artista o como proyector de siluetas.”

27 Sirlin, Eli, *op. cit.*, p. 183

* Prácticamente los técnicos en iluminación de cualquier foro en México usan el término *Leko* como nombre genérico para cualquier luminaria elipsoidal, en el presente trabajo también se usará esta costumbre.

** Estos son accesorios que se explicarán más adelante dentro de este subcapítulo.

Actualmente los *Lekos* pueden tener tres configuraciones:

- **Lente fija:** sólo permite la definición del borde del haz luminoso, no la variación de su tamaño. Hay modelos que permiten cambiar el barril completo por otro cuyas lentes den un rayo de luz más amplio o más estrecho.
- **Lentes intercambiables:** Generalmente pueden dar tres tamaños diferentes de haz. Permiten la extracción y acceso al cilindro en donde se encuentran la(s) lente(s) para poder reemplazarla(s) por otra(s) que proporcione(n) un haz luminoso más grande o pequeño.
- **Zoom:** El diámetro de la abertura del haz luminoso puede ser regulado. Dos lentes, plano-convexa y biconvexa*, móviles permiten la variación del tamaño del ángulo de luz. Aunque son instrumentos más caros, pesados y voluminosos por tener partes móviles, el incremento en el precio se ve justificado ante la posibilidad de prescindir de otros *Lekos*.²⁸ Los modelos disponibles en el mercado sólo pueden aumentar el diámetro de su haz de luz al doble (por ejemplo: 16° - 32° ó 25° - 50°) para evitar el tamaño excesivo y la pérdida de definición óptica.²⁹

Debido a la capacidad de los *Lekos* para proyectar un haz luminoso de bordes definidos son muy usados para las llamadas “luces especiales” a las cuales, gracias a diversos accesorios, casi se les puede dar cualquier forma. Entre los accesorios más usados están los siguientes:

- **Cuchillas o cortadoras:** Son cuatro paletas móviles hechas de metal e incluidas de fábrica. Al cerrarse delimitan la luz con líneas rectas, lo que permite crear figuras geométricas. Debido al intenso calor producido por el foco, las cuchillas se

* Lente con superficies curvadas hacia fuera.

28 Parker, W. Oren, *et. al.*, *op. cit.*, pp. 370-371

29 Fitt, Brian y Thomley, Joe, *op. cit.*, p. 88

irán deformando con el tiempo y llegará el momento en que “se pongan duras” (es decir, que sea difícil desplazarlas) e incluso quedar atascadas.

- **Iris:** Es un grupo de pequeñas cuchillas metálicas de forma curva que al mover una palanca se desplazan para formar un círculo, aunque no lo hacen de manera perfecta, más amplio o pequeño (su funcionamiento es muy similar al diafragma de una cámara fotográfica). Este accesorio se coloca en un compartimento al lado de las cuchillas y es útil para reducir el diámetro del haz luminoso.
- **Gobos:** Son discos de vidrio o lámina de metal perforada en los cuales se encuentra grabada una imagen (como puede ser un rayo, una ventana, un árbol, una palabra, etc.) a través de la cual pasará la luz para que la imagen sea proyectada en el escenario. Se colocan en el mismo compartimento del iris (sólo uno u otro) y, al igual que las cuchillas, se van deformando por el calor excesivo.



Cuchilla

Iris

Gobo

Diversos accesorios utilizados en los *Lekos*

Debido a que los rayos luminosos rebotados por el reflector elipsoidal se cruzan, la imagen proyectada por el *Leko* sale invertida. Es por lo anterior que al cerrar una cuchilla el haz luminoso se cortará por el lado opuesto (la de abajo tiene efecto arriba, la de la derecha se ve por la izquierda, etc.). También es necesario colocar los gobos “de cabeza” para que la imagen sea proyectada con la orientación requerida.

CAPÍTULO III

LA LUZ EN EL ESPACIO ESCÉNICO

CAPÍTULO III – LA LUZ EN EL ESPACIO ESCÉNICO

3.1 – Posiciones de las luminarias

La luz puede llegar de varios lados, alterando la percepción visual que el espectador tiene de las personas u objetos iluminados. Así mismo, dicha percepción podrá causar diferentes emociones en el sujeto que observa.

A las distintas direcciones desde las cuales llega la luz al escenario se les da un nombre para poder identificarlas, el espectador es el punto de referencia para poder ordenar las denominaciones dadas a los lugares desde los que proviene la iluminación.

Para comprender mejor el efecto lumínico provocado por las diferentes posiciones de las luminarias podría ser útil imaginar que la luz “empuja” al objeto iluminado, modificando su apariencia e interrelación con el espacio.

Distribuidos dentro del edificio teatral existen espacios diseñados para colocar las luminarias, tanto del lado del escenario como del lado del público. Hay escenarios con distintas formas, así como prácticamente un sin fin de recintos que han sido adaptados para albergar actividades escénicas; es imposible mencionar los espacios que cada uno destina a las luminarias. Un edificio construido con la intención de funcionar como teatro y con un escenario “a la italiana” servirá para describir algunos lugares en los cuales se colocan las luminarias.

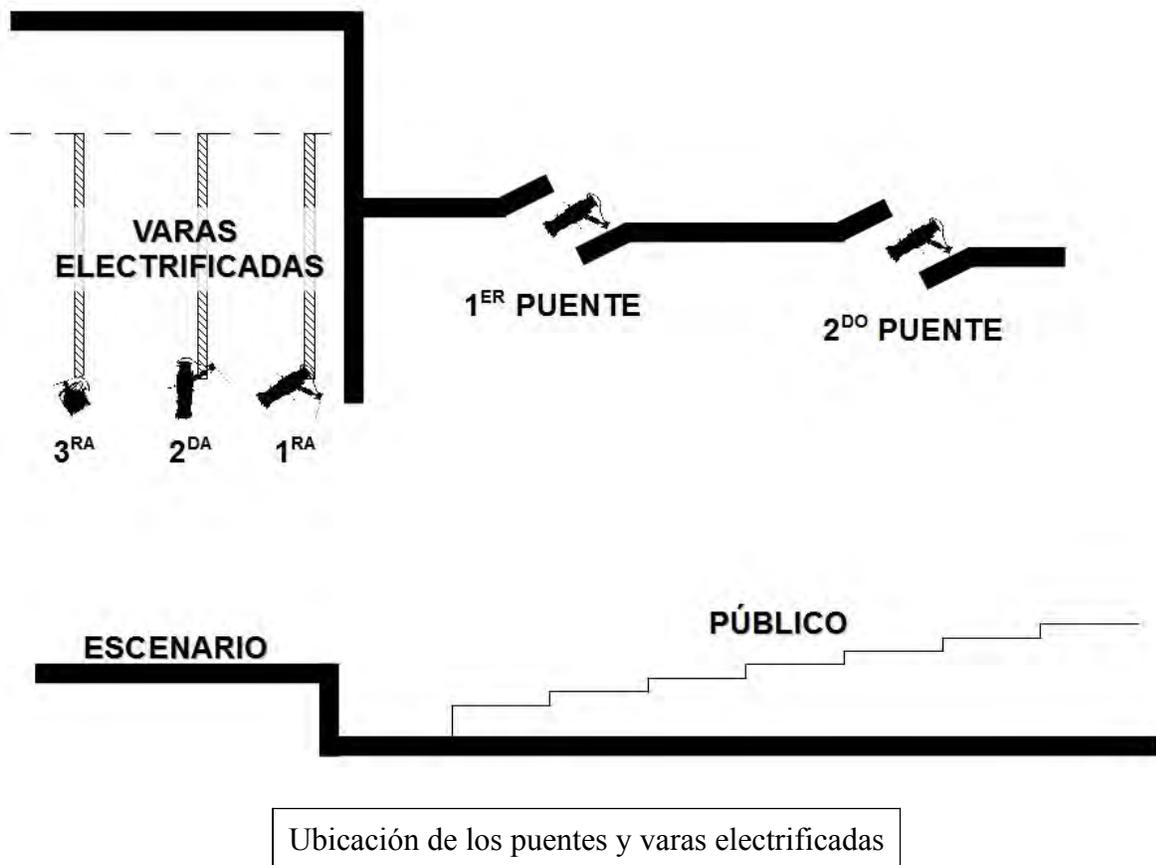
Las siguientes son las principales posiciones de las luminarias y pueden existir combinaciones entre ellas.

3.1.1 – Frontales

La luminaria está colocada frente al escenario (u objeto a iluminar). Esta posición es útil para que el público pueda ver al intérprete de manera más completa que en otras

posiciones (porque puede abarcar una área mayor del lado desde el cual los espectadores están observando).

La luz frontal generalmente proviene de luminarias colocadas en los puentes*, paredes del patio de butacas o las primeras varas eléctricas**. Se accede a las luminarias que se encuentran en esta posición desde el paso de gato***1. Todo lo anterior considerando un edificio hecho con la intención de funcionar primordialmente como teatro y con un escenario “a la italiana”.



* Los puentes de iluminación son espacios en el techo que suelen estar fuera del escenario y sobre las butacas del público; paralelos a la línea del proscenio.

** Sobre el escenario, las luminarias son colgadas de las llamadas “varas electrificadas” (poseen varios enchufes para proveer electricidad), se numeran en forma ascendente según se van alejando de la boca del escenario. Los puentes de iluminación también se van numerando conforme se alejan de la bocaescena. [Holloway, John, *Illustrated Theatre Production Guide*, 2nd ed., U.S.A., Focal Press, 2010, p. 11]

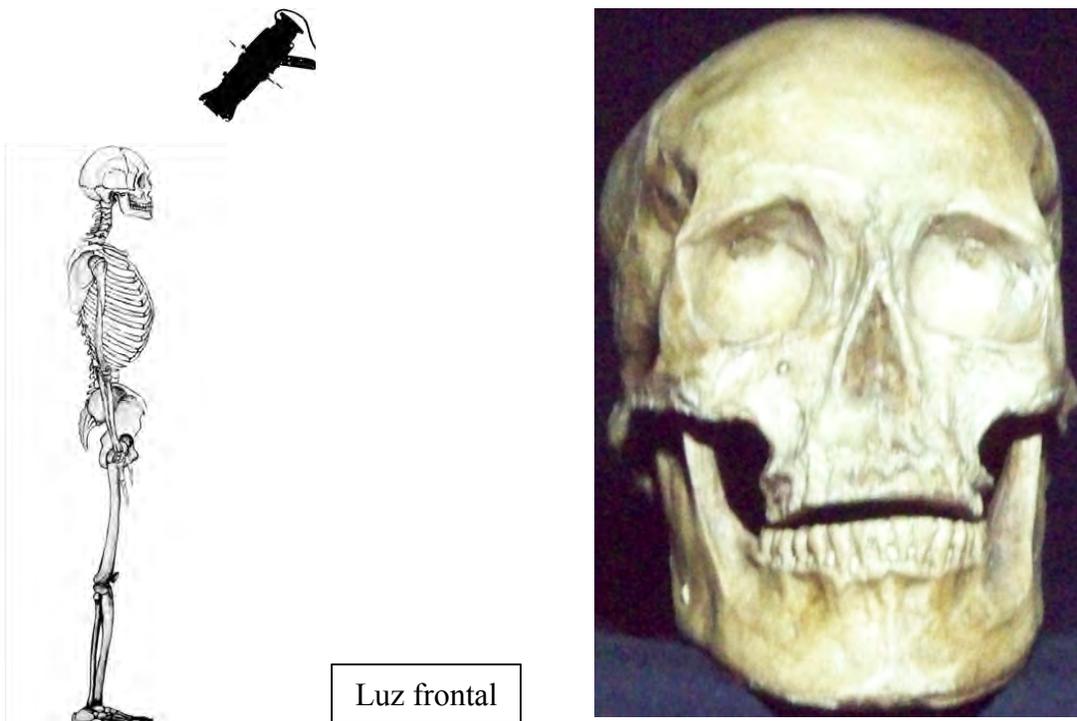
*** Los pasos de gato son una red de puentes en la parte superior del edificio teatral y generalmente están ocultos de la vista de los espectadores.

1 Pilbrow, Richard, *Stage Lighting Desing: The Art, The Craft, The life*, USA, By Desing Press, 1997, p. 442

Cuando la iluminación proviene desde el frente, produce pocas o prácticamente ninguna sombra sobre el objeto o persona que la recibe, lo cual tiende a “aplanar” lo iluminado (recordar la analogía de que la luz “empuja”). Por ejemplo, un actor que sólo recibe luz de luminarias frontales se “pegará” al fondo porque el espectador no tendrá un punto de referencia que le permita crear una noción de distancia o de profundidad.

Si se quiere producir un poco de sombras para atenuar el efecto de “aplanado” que la iluminación netamente frontal causa sobre los intérpretes, se pueden utilizar luminarias que incidan sobre el escenario con un ángulo de 45° (tomando como referencia la línea del proscenio) para que el espectador pueda percibir con mayor dimensionalidad / profundidad a los ejecutantes del espectáculo. A la posición de dichas luminarias se le da el nombre de “frontal (en) diagonal”.²

Generalmente se usan *Lekos* para las luces frontales provenientes desde el puente, porque sus cuchillas permiten controlar los límites del haz luminoso. Debido al amplio baño de luz que producen los Fresneles, su uso (e incluso el de los PARes) puede provocar que se manche de luz la drapería de la bocaescena y una parte del público.³



2 Shelley, Steven Louis, *A Practical Guide to Stage Lighting*, 2nd ed., U.S.A., Focal Press, 2009, p. 9

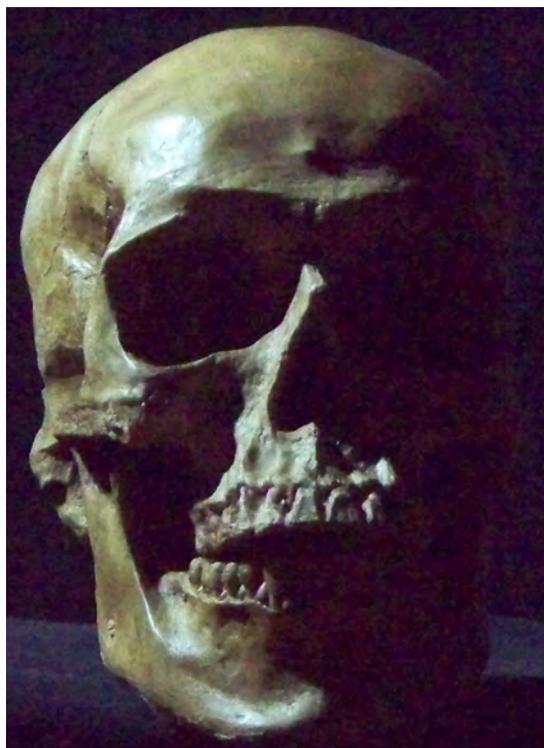
3 Cunningham, Glen, *Stage Lighting Revealed: A Design and Execution Handbook*, U.S.A., Waveland Press, Inc., 1993, p. 21

3.1.2 – Laterales

Se encuentran a los lados del punto a iluminar, coadyuvando a separar los objetos del fondo y ubicarlos en el espacio. Cuando es imposible utilizar contraluces (por ejemplo un escenario muy estrecho), se recurre a luminarias en esta posición.

La luz lateral también es útil para producir fuentes luminosas de las que se quiere que el público conozca exactamente su procedencia; por ejemplo, la proveniente de una puerta abierta o de una ventana.

Para crear los laterales suelen utilizarse Fresneles o PARes, pueden ser ubicados en las varas electrificadas sobre el escenario.



Luz lateral

3.1.3 – Calles

Son luminarias colocadas en posición lateral sólo que, en diferencia a las que sí reciben el nombre de laterales, se encuentran a la altura del intérprete (en una imaginaria línea horizontal).

Las calles son muy utilizadas en espectáculos dancísticos. Cuando la luz incide sobre el contorno del cuerpo de un bailarín hace más notoria su figura y movimientos, los cuales son sus principales medios de expresión.

Las luces en posición de calle se subdividen en tres posiciones:

- Baja: ilumina los pies y las piernas.
- Media: ilumina el torso.
- Alta: ilumina la cabeza y brazos alzados de los bailarines (solos o cargando a alguien).⁴

Debido al control de su óptica (que permite no “manchar” zonas indeseadas), los *Lekos* son las luminarias usadas principalmente para hacer las calles. Se colocan en torres de metal ocultas a la vista del público por las piernas del escenario.

⁴ Swift, Charles I., *Introduction to Stage Lighting: The Fundamentals of Theatre Lighting Design*, U.S.A., Meriwether Publishing Ltd., 2004, p. 34



Luz de calle

3.1.4 – Contrales

La luz proveniente desde la posición llamada contraluz llega por encima y desde atrás de lo iluminado, proyectando una sombra hacia el frente cuyo tamaño variará dependiendo de la inclinación de la luminaria.

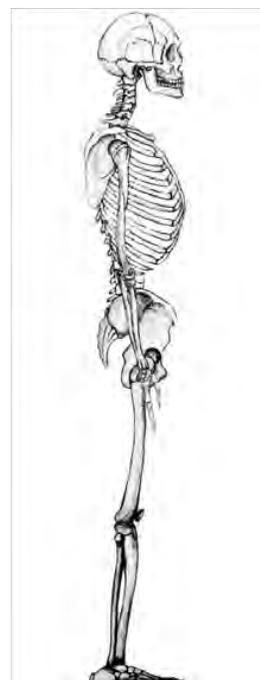
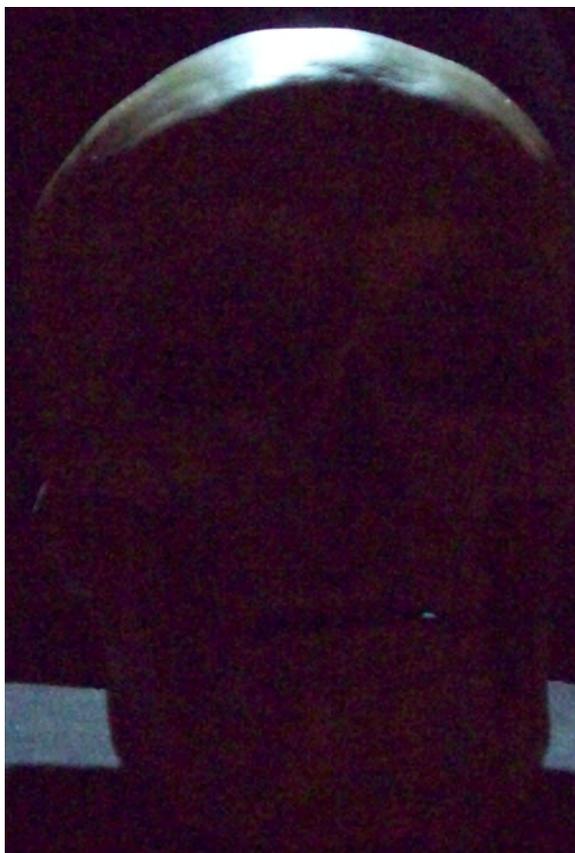
Cuando un intérprete es iluminado únicamente con un contraluz, el público no podrá ver más que la silueta; lo cual podría ser aprovechado, por ejemplo, para causar un ambiente de misterio en la escena.

Los contrales son muy útiles para contrarrestar el aplanamiento producido por los frontales ya que, regresando a la analogía del empuje producido por la luz, envían lo iluminado hacia delante. Aunque la mayor parte de la luz que proyectan sobre el personaje u objeto no es vista por el espectador, crean una pequeña aura sobre los hombros y cabeza.

Lo anterior separa al actor respecto al fondo del escenario, coadyuvando a una sensación visual de tridimensionalidad.

La luz que llega al escenario desde un contraluz será reflejada en el piso y podrá seguir hasta los espectadores. Dicho efecto puede ser conveniente para la creación de ambientes. También si se crea neblina con una máquina de humo, es aprovechable el fenómeno de difusión de la luz para generar atmósferas dramáticas.⁵ Pero si la luminaria no es picada (inclinada hacia abajo) lo suficiente su luz incidirá directamente sobre los ojos del público, lo cual le resultará molesto si es expuesto durante un tiempo prolongado a dicha luz.

Para los contraluces generalmente se utilizan PAREs o Fresneles, debido a que producen un amplio y suave haz luminoso.



Contraluz

⁵ Parker, W. Oren, et. al., *Scene Desing and Stage Lighting*, Wadsworth, Canada, 2008, p. 339

3.1.5 – Cenitales

Su nombre viene de cenit, el punto más alto en el cielo desde la ubicación del observador. Es una luminaria que se ubica exactamente por encima de lo que se quiere iluminar e incide en un ángulo de 90° en relación con el piso.

La luz producida por un cenital causa grandes sombras en el rostro (principalmente en las cuencas de los ojos, debajo de la nariz y labios), sin permitir distinguir muchos detalles.

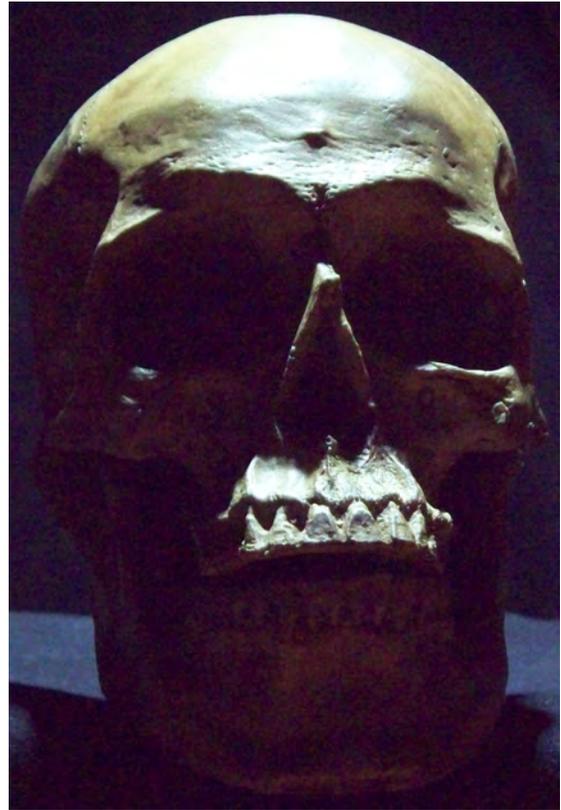
Al igual que los contraluces, los cenitales resaltan el contorno de la cabeza y hombros de una persona, además de la nariz y la frente (según el peinado).

Un ejemplo del uso dramático de una luz cenital es la creación del ambiente de un interrogatorio, la luz podría usarse tanto en la víctima como en el verdugo.

Los cenitales (y en algunos casos las luces laterales) son muy útiles para iluminar conciertos en los cuales los músicos necesitan leer sus partituras; los contraluces no lo son tanto por la sombra que hacia delante produce la cabeza del intérprete. Los frontales ni se consideran porque deslumbran e impiden leer las partituras.

Según sea necesario, si el cenital es usado para crear una luz puntual (un especial*) o para hacer un baño general de la escena se pueden usar *Lekos* o *PARes* colgados en las varas electrificadas sobre el escenario.

* Cuando un instrumento se coloca con la finalidad de iluminar un lugar en específico y en un momento determinado del espectáculo, recibe el nombre de “especial”.



Cenital

3.1.6 – Candilejas

Las candilejas son luminarias colocadas entre el espectador y el escenario, en el proscenio, y alumbran a los actores desde abajo.

Hasta el siglo XIX las candilejas eran las principales luminarias escénicas, debido a la tenue luz que producían tenían que estar lo más cerca posible de la acción. Con la llegada de la iluminación por gas y posteriormente con la electricidad las luminarias se fueron haciendo más potentes, hasta que lograron proveer al escenario de una iluminación suficiente aún estando lejos.

La luz proveniente desde las candilejas crea sombras en la cara y se ve poco natural,

porque es difícil que se encuentre en la vida diaria una fuente luminosa que llegue desde abajo (a excepción de una fogata o de una vela). Lo anterior se puede aprovechar para la creación de efectos dramáticos, si es que esa es la intención.

Dado que por su posición las candilejas se encuentran a la vista del público, se prefiere el uso de luminarias pequeñas o diablitas colocadas en el piso.



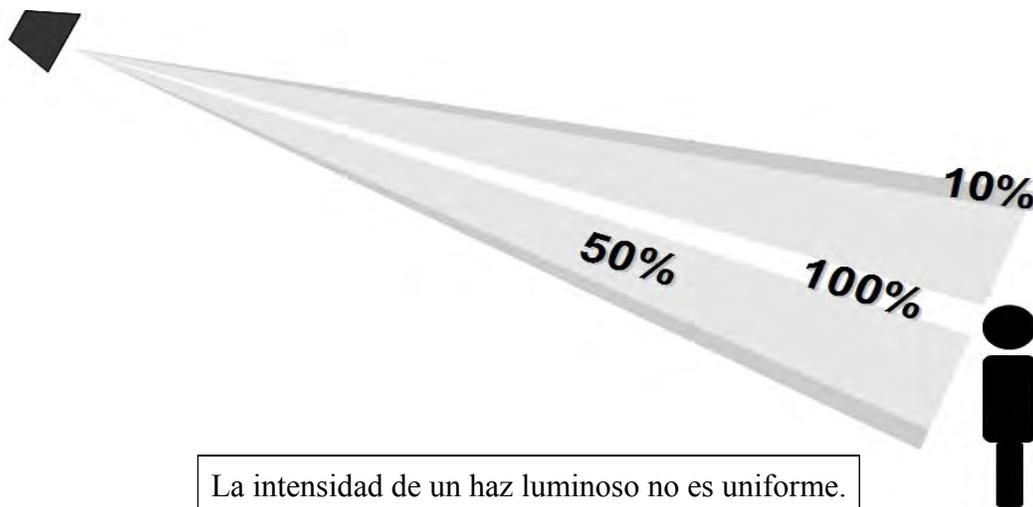
Candileja

3.2 – El direccionado* y/o afoque de las luminarias

“In lighting, the term **focus**, from the electricians' [*sic.*] point of view, means to point or aim each lighting instrument to a place on the stage that has been determined by the lighting designer, to lock the unit into place both horizontally and vertically, to make adjustments to the beam as permitted through the features of the fixture or attached accessories, and finally, to place the selected color into the frame holder on the front of the unit.”^{6 †}

Parte fundamental del direccionado y afoque de las luminarias es colocar la luz sobre el lugar correcto, razón por la cual es importante saber que un haz luminoso se puede dividir en tres partes:

- Centro: Posee el 100% de la intensidad luminosa emitida por el instrumento.
- Halo interior: Rodea al centro y provee del 50% de la intensidad luminosa de este.
- Halo exterior: Es la capa externa de todo el haz luminoso y sólo entrega el 10% de potencia de la luz del centro.⁷



* En los PAREs, entre otras luminarias como los PC (Plano-Convexos) o las diablas, no es posible el afoque del haz luminoso, sólo el direccionado.

6 Swift, Charles I., *op. cit.*, p. 87

† “En la iluminación, desde el punto de vista de los electricistas [los técnicos en iluminación], el término **afoque** significa apuntar o dirigir cada instrumento de iluminación al lugar del escenario que ha sido determinado por el diseñador de la iluminación, fijar la unidad en su lugar tanto horizontalmente como verticalmente; hacer los ajustes a el haz luminoso a través las características permitidas por la luminaria o la inclusión de accesorios y, finalmente, colocar el color seleccionado en el portafiltros.”

7 Cunningham, Glen, *op. cit.*, p. 46

Al tamaño del haz que puede dar una luminaria se le llama ángulo de apertura y se mide en grados, porque dicho haz tiene la forma de un cono.

Idealmente, para el direccionado y afoque de las luminarias debiera haber por lo menos cuatro personas (el hacerlo entre menos personas es posible, pero puede convertirse en un proceso más lento y agotador). No es un requisito riguroso que todos los involucrados estén iniciados en el mundo de la luminotecnia, pero obviamente será mejor si lo están. A continuación los integrantes del equipo:

- El diseñador de la iluminación sobre el escenario indicando y comprobando la correcta dirección y demás propiedades de los haces luminosos.
- Un técnico en iluminación escénica que esté manipulando las luminarias.
- Una persona en la consola de iluminación para que esté encendiendo y apagando las luminarias requeridas.
- Un ayudante general que sostenga la escalera y apoye en lo necesario al técnico de iluminación.

Dependiendo del equipo de iluminación con que se cuente, de la facilidad de acceso a los lugares en donde estarán colocados los instrumentos, la complejidad del diseño de iluminación, la cantidad de personal disponible, etc., el proceso de montaje de la iluminación será relativamente rápido o lento.

A continuación se describe, a grandes rasgos, un posible orden de pasos a seguir para colocar las luminarias de una manera eficiente; también pueden existir vías alternas conocidas por los técnicos y diseñadores ya experimentados.

- Previamente a la sesión del montaje de la iluminación, el técnico revisará que todas las luminarias a utilizar funcionan correctamente, también se proveerá de las herramientas que pueda necesitar (escalera, desarmadores, llaves para tuercas, etc.).

Todo lo anterior para evitar la pérdida de tiempo durante el montaje.

- Se instalan las luminarias en los lugares que indica el plano de iluminación* (siguiendo algunas medidas de seguridad descritas en el subcapítulo siguiente). Con el propósito de ahorrar tiempo, al colocar las luminarias se orientarán hacia la dirección que van a iluminar (un acomodo rápido y aproximado, ya que el ajuste definitivo se hará después).
- Una vez que las luminarias han sido colocadas y se comprobó que encienden, el diseñador de iluminación se coloca sobre el escenario (en el lugar en el que debe caer la luz), le pide al operador de la consola que encienda la luminaria requerida (no a toda su capacidad para evitar que se sobrecaliente y no pueda ser manejada) y le indica al técnico en iluminación para qué servirá dicha luz.
- El técnico en iluminación se acerca a la luminaria para poder manipularla y dirigir el centro del haz luminoso sobre la nuca del diseñador (el diseñador puede preferir darle la espalda a la luz para proteger sus ojos, usará las sombras para guiarse) o sobre lo que éste le indique. Otra técnica de afoque y direccionado es bajar la intensidad de la luz hasta que pueda ser vista de frente sin lastimar los ojos, y el técnico moverá la luminaria hasta que el diseñador pueda ver directamente el filamento del foco.
- Una vez que el haz luminoso está ubicado en el lugar correcto, el técnico ajustará los tornillos y pernos de la luminaria para evitar su desplazamiento.
- El diseñador le indicará al técnico las propiedades del haz luminoso: bordes difusos o definidos, así como el ajuste de las cuchillas o colocación de accesorios para un *Leko*; el nivel de dispersión para el Fresnel, o la orientación del óvalo en un

* Un plano de iluminación es un dibujo a escala en el que se indica el lugar en donde tienen que ir colocadas cada una de las luminarias.

PAR.

- El ayudante general (o si está el intérprete mejor aún para que pueda hacer un marcaje preciso de sus movimientos) se desplazará por la parte del escenario en que se está trabajando para comprobar que la luz cubre la zona deseada.
- Si es necesario, se reajusta la dirección del haz luminoso y se coloca el filtro de color (si es que lo tiene que llevar la luminaria).
- Por último, ya que se han ajustado todas las luminarias, se irán encendiendo los grupos de las que deben funcionar juntas para comprobar que es lo que el diseñador tenía en mente.

3.3 – Mantenimiento preventivo y seguridad en el manejo de los instrumentos de iluminación

El escenario puede ser un lugar peligroso, sobre todo si no se siguen mínimas medidas de seguridad. En el presente apartado se dan algunos consejos que ayudarán a hacer que la estancia en un foro sea más segura, tanto para los que ahí trabajan como para el público. Es imposible mencionar todos los riesgos y medidas de prevención posibles, pero el sentido común es el mejor consejero.

Los instrumentos de iluminación (y cualquier otro en un escenario) deben ser manipulados cuidadosamente. La caída de una luminaria puede ser fatal. Es posible que se produzcan cortocircuitos e incendios y poner en riesgo las cosas (como telones, escenografías y personas). Lo ideal sería que cuando el equipo de iluminación esté trabajando en el foro no haya personas ajenas al área transitando por el espacio. Casi nunca se puede trabajar bajo condiciones ideales, así que se deben extremar precauciones para reducir las posibilidades de que ocurran accidentes.

3.3.1 – Mantenimiento preventivo

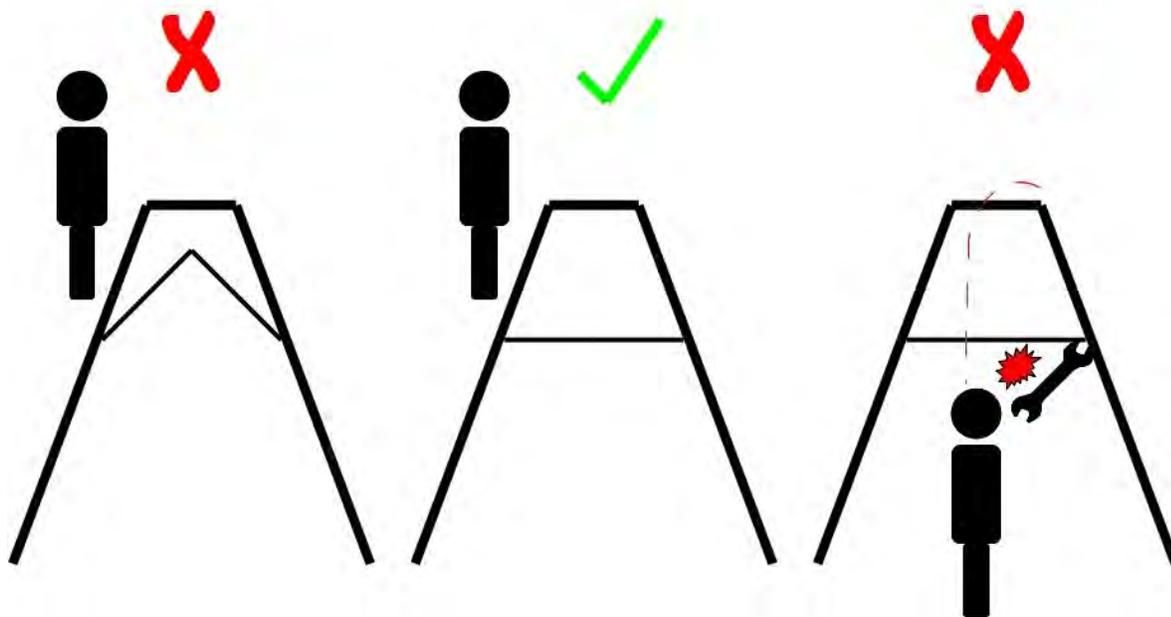
En cuestiones de seguridad es mejor anticiparse a los riesgos. Hay que revisar periódicamente el buen funcionamiento de los equipos y darles un mantenimiento preventivo para alargar su vida útil.

- Uno de los principales problemas en luminarias y *dimmers* es el polvo, ya que impide la óptima disipación del calor, por lo que se deberá retirar cada cierto tiempo para evitar sobrecalentamientos. Además, el polvo acumulado en las lentes, focos y reflectores de las luminarias disminuirá la intensidad luminosa disponible.
- Para retirar el polvo de las luminarias es mejor desarmarlas (sin olvidar tomar nota de donde y cómo están acomodadas cada una de las partes o tener a la mano el manual de mantenimiento). Las lentes de las luminarias deben ser lavadas con un jabón suave o con líquido limpia vidrios (sería un gran detalle que sea de buena calidad). Los reflectores pueden ser limpiados con agua y vinagre, y ser secados con una fina tela de algodón. El resto del cuerpo hay que mantenerlo libre de polvo y óxido⁸ para permitir el suave desplazamiento de las partes móviles.
- En la limpieza nunca se deben emplear sustancias a base de petróleo ni lubricantes (de ningún tipo), ya que pueden ocasionar fuego o corrosión en el equipo.

⁸ Parker, W. Oren y Craig Wolf, R, *Stage Lighting: Practice and Design*, U.S.A., Holt Rinehart and Winston, Inc., 1987, p. 81

3.3.2 – Manipulando las luminarias

- Si se va a utilizar una escalera para trabajar con las luminarias, es necesario cerciorarse que tenga goma en las patas y de su correcta colocación antes de subirse a ella, las escaleras de tijera nunca deben usarse parcialmente abiertas.
- Cuando se trabaja en las alturas siempre hay que tener bien sujetas las herramientas para que no caigan. También es necesario evitar dejar herramientas sobre las escaleras, ya que su ubicación puede ser olvidada y causar lesiones al que intente mover la escalera.



Algunas precauciones en el uso de escaleras

- Antes de colocar una luminaria, hay que despejar su alrededor de materiales inflamables.

- Al colgar las luminarias, además de la muela, estas se deben asegurar al soporte (generalmente un tubo) mediante un cable de acero, al que se le llama “cable de seguridad”. Además, el técnico tiene que asegurarse de ajustar ¡sin fuerza excesiva! todos los tornillos y pernos (y, obviamente, revisar que estén completos) para evitar el movimiento accidental de la luminaria. También hay que sujetar correctamente el portafiltros para que no caiga.
- Las luminarias que por necesidad tienen que ser manipuladas con el foco encendido (por ejemplo en el afoque) merecen cuidado especial; cuando se calienta el filamento aumenta su fragilidad, pudiéndose romper con un movimiento brusco. Para atenuar el riesgo de fundir el foco, nunca se pone al 100% de su intensidad si se va a mover.
- Después de colgar un *Leko* hay que abrir las cuchillas antes de encender el foco; la luz que no podrá salir generará una gran cantidad de calor que puede reventar el foco, además deformar el reflector y las cuchillas.
- Dentro de las herramientas básicas de un técnico en iluminación debe haber unos guantes para manipular objetos calientes; aún así, antes de tocar una luminaria que ha estado encendida, es conveniente cerciorarse de que se ha enfriado lo suficiente.
- Para reemplazar el foco de una luminaria primero hay que desenchufar el cable eléctrico y después proceder; sin tocar el foco porque después el intenso calor hará explotar la bombilla de cuarzo.

- Generalmente las luces que sobre el escenario están colgadas de varas contrapesadas*; si se van a desmontar todas, primero hay que quitar los contrapesos para evitar accidentes. Al eliminar el peso de las luminarias, se rompe el equilibrio del sistema y los contrapesos pueden levantar la vara inesperadamente y golpear o hacer volar (literalmente) a alguien.
- Para guardar y/o transportar los *Lekos* es conveniente cerrar las cuchillas para evitar que un golpe las doble. Si el viaje (de cualquier tipo de luminaria) va a ser ajetreado es mejor remover el foco para evitar que se rompa, o el filamento se agite y dañe.

3.3.3 – Cables y conexiones

- Aunque el cable eléctrico que sale de la luminaria está recubierto con materiales resistentes a el calor (como el asbesto), este no debe tener contacto con el cuerpo de una luminaria funcionando. Los focos utilizados para la iluminación escénica generan tanto calor, que aunque se proteja el cable, este se puede dañar y generar un cortocircuito e incendio.
- Nunca se debe apilar el sobrante de los cables que están en uso; hasta cierto punto es normal que estos se calienten por la gran cantidad de electricidad que transportan, pero si carecen de ventilación se pueden dañar e incendiar.
- Los cables eléctricos no deben ser enrollados sobre la mano y el antebrazo, ya que esto provoca la torsión de los alambres internos de cobre; pudiendo llegar el momento en que se trocen. El cable se debe sujetar sólo

* Una vara contrapesada utiliza una polea y lingotes de metal (contrapesos) en el lado opuesto a la vara para que una sola persona pueda subirla y bajarla sin mucho esfuerzo.

con una mano mientras la otra va haciendo los bucles de la bobina, cuidando no torcer el cable.⁹

- Todas las uniones eléctricas deben ser firmes y completas. Un cable y/o conexión floja genera más calor, lo cual acelera la oxidación y deterioro del cobre, con el consiguiente riesgo de incendio.¹⁰



Clavija conectada incorrectamente (izquierda)
y clavija conectada correctamente (derecha)

- Un cable, enchufe, clavija, etc., dañado no debe ser usado hasta que sea reparado.

9 Streader, Tim y Williams, John A., *Create Your Own Stage Lighting*, U.S.A., Prentice-Hall, Inc., 1985, p. 94

10 Bellman, Willard F., *Lighting the Stage: Art & Practice*, 3rd ed., Broadway Press, 2001, pp. 225-226

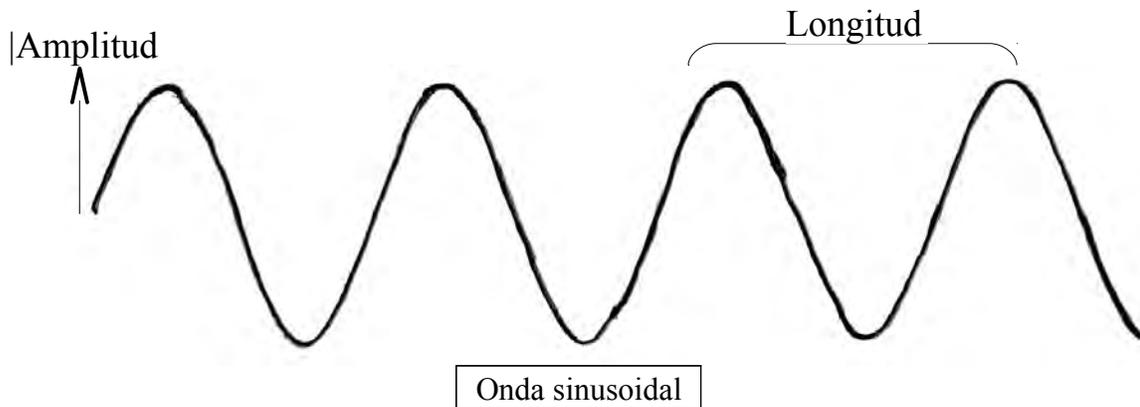
APÉNDICE I
FÍSICA DE LA LUZ

APÉNDICE I – FÍSICA DE LA LUZ

1.1 – Propiedades de la luz

La luz es una radiación electromagnética* capaz de excitar la retina del ojo y producir sensación visual. Estas radiaciones electromagnéticas viajan en una dirección determinada (propagación rectilínea) y sólo son perceptibles cuando interactúan con la materia que las absorbe o refleja. Las características de la luz son:

- Amplitud de onda (su altura).
- Longitud de onda (la distancia entre los máximos o mínimos de un ciclo. Esto es lo que define el color).
- Velocidad (la distancia que recorre la onda en 1 segundo).
- Frecuencia (el número de ondas que pasan por un punto fijo en 1 segundo).¹

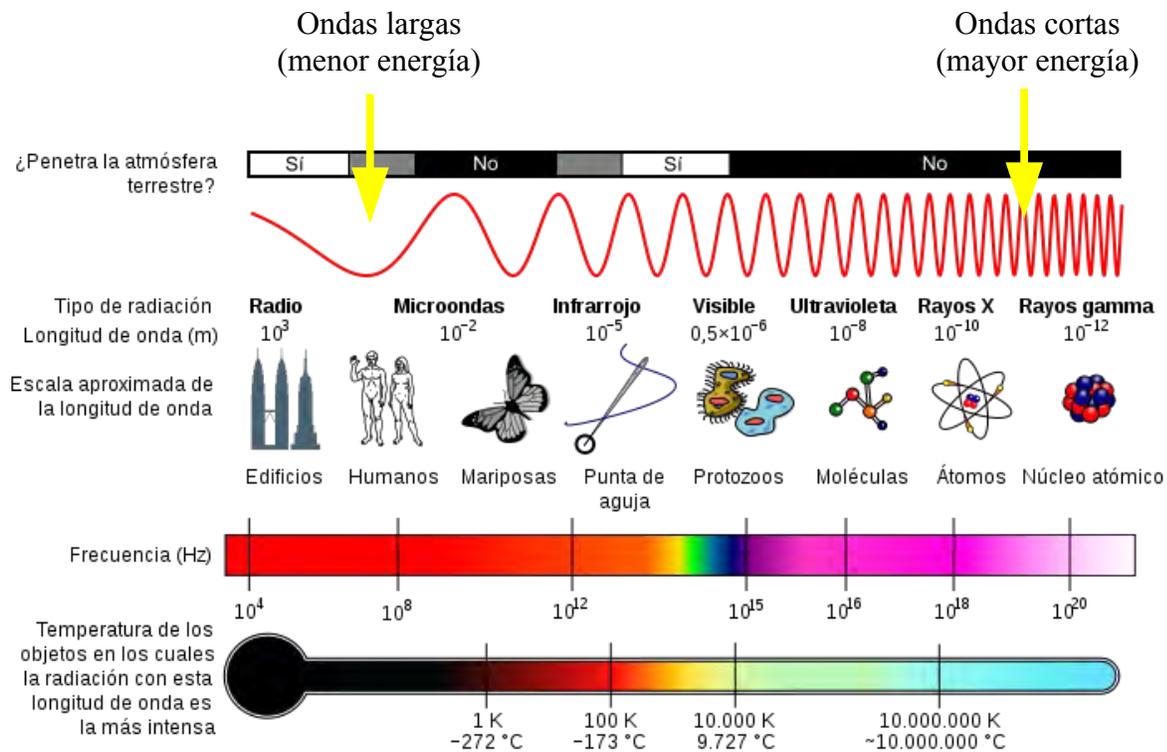


El espectro electromagnético es el conjunto de radiaciones (energía emitida por la materia), a las cuales se les da un orden según su longitud de onda o su frecuencia. Las frecuencias más altas (onda corta) son los rayos cósmicos emitidos durante reacciones

* Como su nombre lo sugiere, la energía electromagnética está compuesta por energía eléctrica y energía magnética. Dicha energía viaja en forma de onda sinusoidal.

¹ Sirlin, Eli, *La luz en el teatro: manual de iluminación*, Buenos Aires, Instituto Nacional del Teatro: Atuel, 2006, p. 33

nucleares de las estrellas. En el otro extremo se encuentran las frecuencias más bajas (ondas largas) que son utilizadas para las comunicaciones de radio.²



Orden del espectro electromagnético

Dentro de todo el espectro electromagnético, el único rango que es capaz de impresionar la vista es el comprendido entre los 400 y 700 nanómetros*. Por debajo de esta franja están las radiaciones infrarrojas y por encima las ultravioletas. Aunque los rayos ultravioletas (UV)** y los infrarrojos (IRC)*** no son visibles, son percibidos de manera fisiológica; pueden provocar la sensación de calor y el bronceado de la piel.

Las diferentes longitudes de onda de la luz visible son percibidas por el ojo humano

² *ibidem*, p. 34

* Un metro dividido en 1,000,000,000 (mil millones).

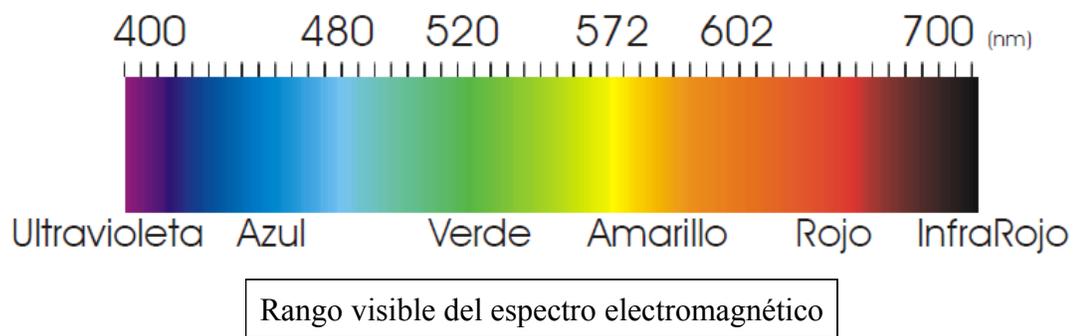
** Conforme la radiación electromagnética se va haciendo más intensa (tiene mayor frecuencia) la luz visible se va tornando de un color violeta, tanto, que ya no puede ser percibida por el ojo humano y toma el nombre de ultravioleta.

*** Se puede decir que la radiación infrarroja es contraria a la ultravioleta. Dicha radiación se sale del rango de lo visible, pero se percibe como calor.

como colores, la luz blanca es la suma de todos ellos.

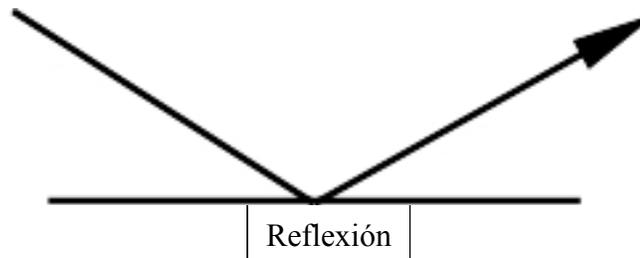
Los colores son más intensos a los:

- Violeta 440 nanómetros.
- Azul 480 nanómetros.
- Verde 520 nanómetros.
- Amarillo 570 nanómetros.
- Rojo 650 nanómetros.³



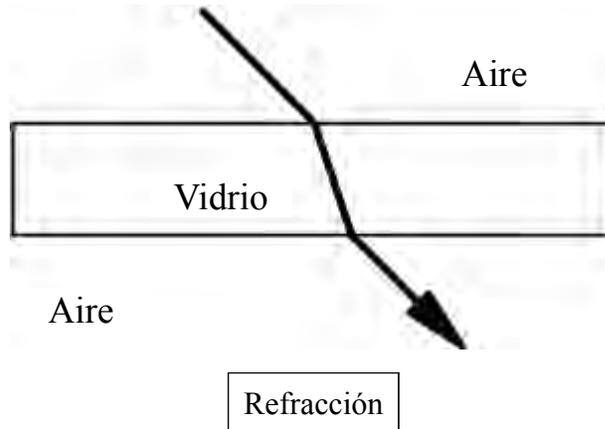
Los fenómenos físicos más importantes de los rayos luminosos son:

- La **reflexión** es la propiedad de la luz de ser reflejada por la superficie con la que choca. Las características del material con el que rebota la luz interfieren en la nueva dirección que esta tomará; por ejemplo, si la superficie de una pared es lisa, rugosa, brillante, mate, etc. Este fenómeno es aprovechado dentro de la luminotecnia escénica para crear luminarias que dispersen o concentren la luz, según la forma del reflector que posean.

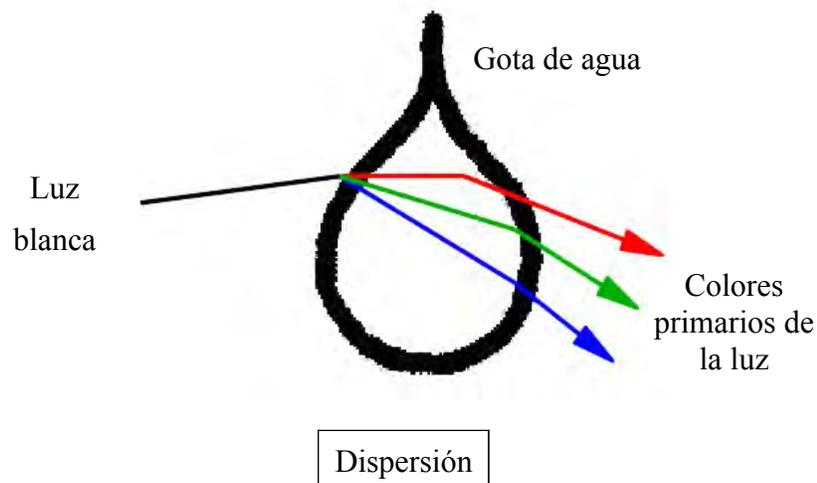


³ Keller, Max, *Fantastic Light :the art and design of stage lighting*, 2nd ed., Munich, Prestel, 2006, p. 25

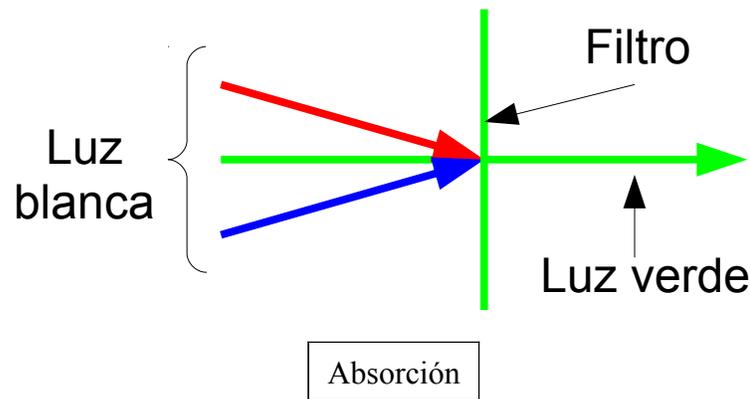
- La **refracción** se da cuando la luz pasa de una sustancia a otra. Los rayos luminosos se propagan en línea recta y a velocidad constante. Al cambiar de sustancia, la velocidad y trayectoria de la luz se modifican. Las lentes incluidas en las luminarias usan este fenómeno físico de la luz para concentrarla o dispersarla.



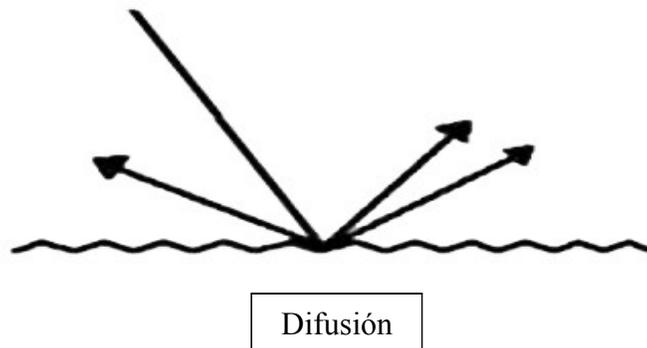
- La **dispersión** puede ser vista, por ejemplo, cuando la luz atraviesa un prisma; la luz es refractada con diferente intensidad según su longitud de onda. Lo anterior provoca que la luz blanca sea descompuesta en colores, causados por la variación de la velocidad de las ondas electromagnéticas. La dispersión de la luz puede ser observada en las orillas del haz luminoso producido por una luminaria con lente.



- **Absorción:** Según el tipo y color del material, este absorbe o rechaza ciertos rangos de luz. El color negro prácticamente absorbe todas las frecuencias del espectro electromagnético visible, y el blanco las rechaza. Los filtros de colores utilizados en las luminarias funcionan bajo este fenómeno físico; por ejemplo, un filtro rojo rechaza / deja pasar las frecuencias correspondientes a dicho color y absorbe las demás. La energía lumínica que no es rechazada se transforma en calor, provocando el decoloramiento progresivo del filtro.



- **Difusión:** Este fenómeno físico tiene como consecuencia la distribución de la energía luminosa en todas direcciones. Cuando la superficie de un cuerpo tiene pequeñas áreas orientadas aleatoriamente en diferentes direcciones, se producen distintos niveles de reflexión y refracción de la luz.⁴ La difusión de la luz puede ser observada si se coloca una hoja de papel albanene delante de un foco.*



⁴ Sirlin, Eli, *op. cit.*, pp. 36-40

* En la iluminación escénica no se utiliza papel albanene para difuminar la luz porque se quema fácilmente, sino que se utilizan filtros con una apariencia muy similar a este; se les llama *frost*.

1.2 – Características controlables de la luz

En un día soleado se puede observar cómo la luz llega desde un punto definido y provoca sombras; en un día nublado prácticamente desaparecen las sombras y será más difícil saber el punto exacto desde el cual proviene la luz. Considerando lo anterior se puede hacer una división: a) luz con una dirección específica y b) luz general indirecta (difusa). La luz que se produce artificialmente puede pertenecer a una u otra categoría, dado que sus características pueden ser controladas.

De la luz se puede controlar lo siguiente:

- La **Intensidad** es la cantidad de luz que llega al objeto (y, por lo tanto, al ojo del observador), puede ser controlada por medio de *dimmers*, filtros de color o con aumentar o disminuir la cantidad de luminarias que inciden sobre el cuerpo. La mayor o menor intensidad de la luz en un área del escenario servirá para atraer la atención del espectador. Hay variables que modifican la intensidad luminosa con que se observan los cuerpos:
 - **Impresión subjetiva de brillo:** La percepción que tiene el espectador de la intensidad de la luz es relativa. Por ejemplo, la luz de la llama de un cerillo será percibida más débil de lo que es (objetivamente) si está al lado de un haz luminoso más potente.
 - **Adaptación del ojo:** El ojo no se adecúa instantáneamente a los cambios en la intensidad de la luz, puede tardar unos pocos minutos o hasta una hora. Un ejemplo es cuando se entra en un espacio cerrado y con poca iluminación después de estar por un tiempo a plena luz del sol, cuesta trabajo distinguir las cosas.
 - **Distancia:** Un espectador sentado hasta el frente percibirá mayor intensidad que el que se encuentra en la última fila.⁵

5 Sirlin, Eli, *op. cit.*, pp. 82-83

- La **distribución** es la forma en que están acomodadas las luces y sus colores en escena.⁶ Cuando se carece de objetos que delimiten un escenario, se puede restringir el espacio con tan sólo iluminar una fracción de este.
- **Dirección:** Una vez que se sabe qué es lo que se quiere que se vea y cómo lo perciba el espectador, hay que buscar desde dónde conviene que llegue la luz.
- Por medio de filtros se puede modificar el **color** de la luz producida por una luminaria.
- La **Forma y tamaño** del haz luminoso, puede ser rectangular, circular, ovalada o amorfa. Además puede variar su tamaño.
- La **definición** se refiere a que el borde del haz luminoso puede ser duro (con un claro límite), o estar difuminado.⁷

1.3 – El color

El color es el resultado de la interpretación que hace el cerebro de la estimulación de la luz sobre los ojos.

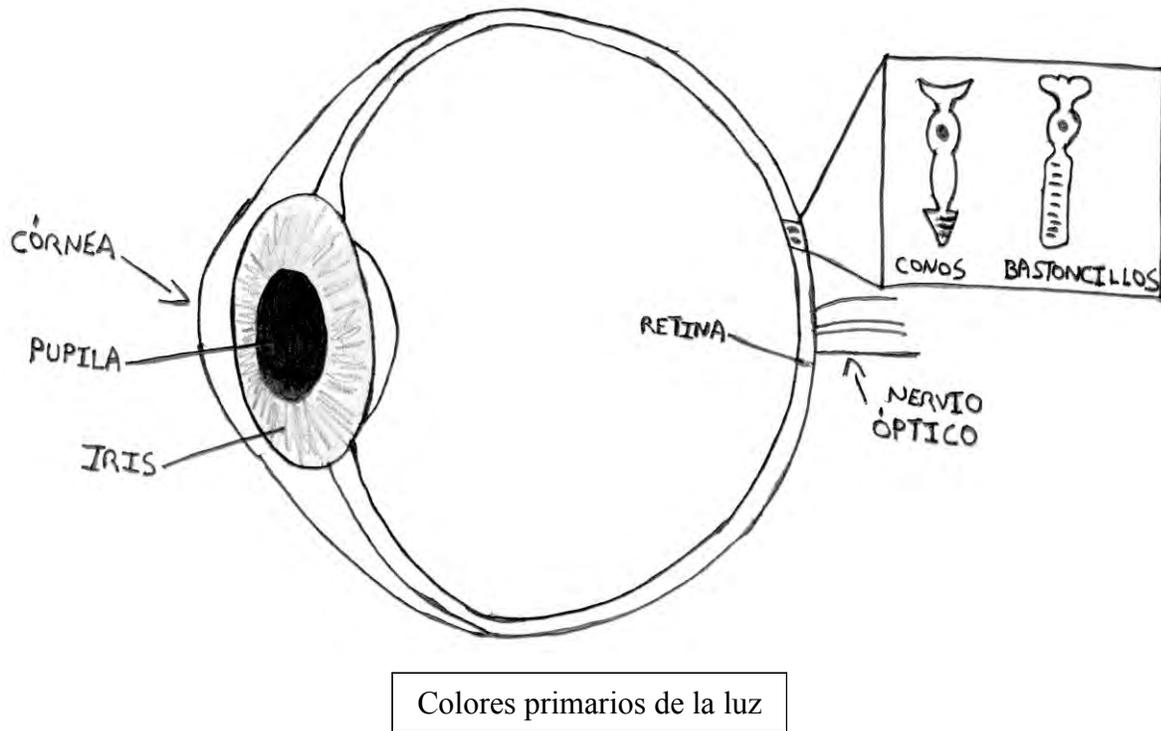
El proceso por el cual el humano puede percibir el color es el siguiente: La luz que llega al ojo es refractada por la córnea y pasa al interior a través de la pupila (una abertura circular en el centro del iris, el cual es de color). La pupila tiene la capacidad de contraerse o dilatarse para el menor o mayor paso de la luz. Los rayos luminosos llegan hasta un grupo de células en el ojo que son sensibles a la luz: conos y bastoncillos. Las células con forma de cono poseen tres tipos de pigmentos que las hacen reaccionar a los colores primarios*,

6 Páez Ramírez, Gerardo, *La iluminación en el espacio escénico*, Tesis (Licenciatura), México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 1992, p. 27

7 Sirlin, Eli. *op. cit.*, pp. 89-91

* Los colores primarios son aquellos que no provienen de la mezcla de otros. El rojo, verde y azul son los colores básicos de la luz.

las que poseen forma de bastón son para el blanco y el negro. Dichas células fotorreceptoras transforman la energía luminosa recibida en impulsos eléctricos que serán llevados por el nervio óptico hasta el cerebro.⁸



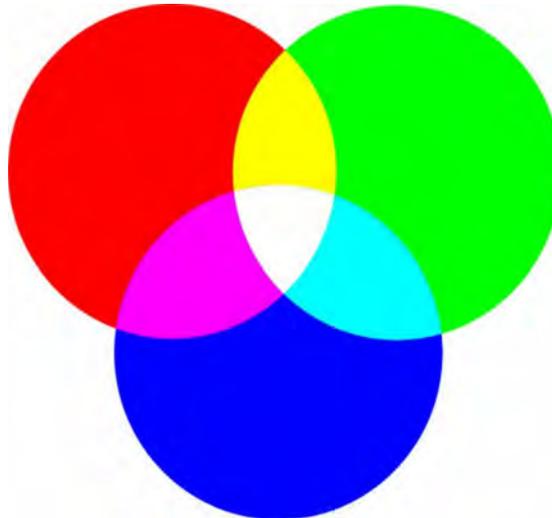
Existen tres características básicas del color:

- Tono: también conocido como color (rojo, amarillo, verde, etc.).
- Saturación: es el grado de pureza, de viveza de un color. Un color será más o menos saturado según se aleje o acerque al gris.
- Luminosidad o brillo: es la capacidad del color para reflejar más o menos luz, depende de su mayor o menor acercamiento al blanco o al negro.

⁸ Moreno, Juan Carlos y Linares, César, *Iluminación*. 3^{ra} ed. Ciudad Real, España. Ñaque, 2002, pp. 49-50

Al mezclarse los colores primarios (rojo, verde y azul) se obtienen todos los demás, dependiendo de las proporciones de cada uno. La luz blanca es producto de la suma de los tres colores básicos.

“En el espectro se encuentran unos doscientos colores distintos. [...] Si a esto añadimos que cada color varía [*sic.*] según su saturación y claridad u oscuridad, podemos decir que hay millones de colores [...]”⁹



Colores primarios de la luz

El color percibido en un objeto está influenciado por el de los demás que le rodean. Además, la combinación de diferentes fuentes de luz con distintos colores y brillos hacen que los objetos tengan distintas tonalidades e intensidades; es decir, el color del objeto varía según el tono de la luz que recibe. Por ejemplo, si a un objeto rojo se le ilumina con luz verde, se verá de color café.

Se pueden usar accesorios llamados “filtros” para cambiar el color de luz que da una luminaria. Dicho filtro absorbe todas las longitudes de onda, menos las de su tono. Mientras más intenso sea el color del filtro, retendrá mayor energía y se decolorará más rápido.¹⁰

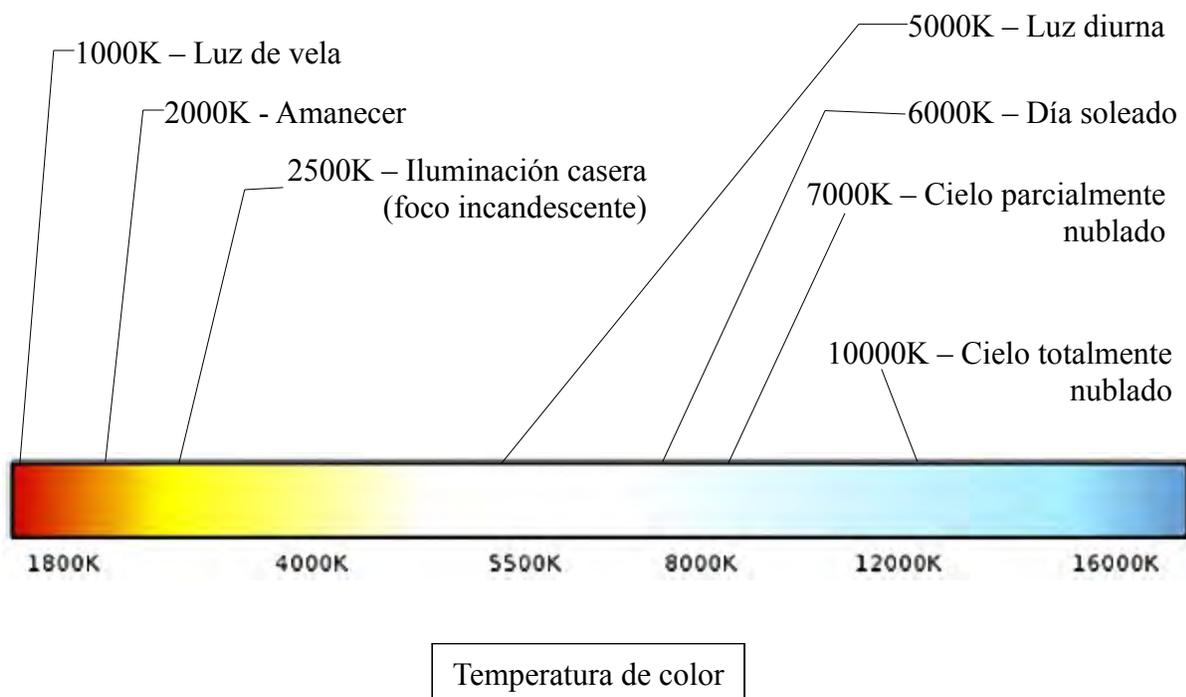
Con el fin de establecer una norma en el nombramiento de los colores, se creó la

⁹ López Sáez, José Miguel, *Diseño de iluminación escénica*, Madrid, Editorial La Avispa, S.L., 2000, p. 20

¹⁰ *ibidem*, pp. 24-25

teoría de la temperatura del color; se basa en que existe una relación entre la temperatura de un cuerpo y el color de la luz que emite, ésta es la temperatura del color. Dicho cuerpo utilizado para la comparación, “cuerpo negro” (el cual no existe mas que en hipótesis), se calienta hasta que su color sea similar al de la luz que se quiere medir; la temperatura alcanzada es denominada “temperatura de color” y se mide en grados Kelvin (°K). Las temperaturas bajas se refieren a la luz roja y las altas a la azul-blanco.¹¹

No confundir con el efecto psicológico producido por la luz, en donde se le llaman cálidos a los tonos rojos y fríos a los tonos azules.



¹¹ Keller, Max, *op. cit.*, p. 27

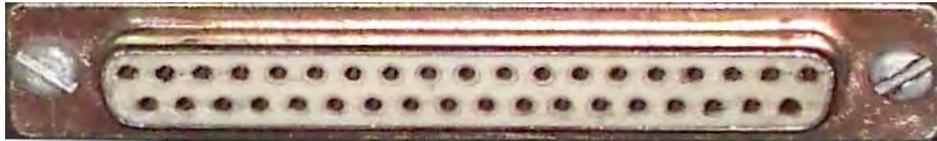
APÉNDICE II
EL PROTOCOLO DMX-512

APÉNDICE II – EL PROTOCOLO DMX-512

EL PROTOCOLO DMX-512*

Con las llegada de los *dimmers* electrónicos a mediados del siglo XX y su capacidad de ser controlados a distancia (ver subcapítulo 2.1) se creó la necesidad de contar con una manera eficiente de comunicarlos con la consola de iluminación.

Los primeros modelos de consolas remotas de iluminación (aún son usadas en algunos teatros) se comunican a los *dimmers* de manera analógica**, por lo cual la conexión requiere un cable por cada canal. Por ejemplo, si se cuenta con 24 canales, se necesita como mínimo el mismo número de contactos e hilos. Cada empresa diseñó sus propios protocolos de comunicación (se pueden entender como idiomas), forma de los contactos, distancia entre ellos, etc.; lo que provoca incompatibilidad con las demás marcas comerciales. Esta falta de compatibilidad es un gran problema porque todo el sistema tiene que provenir del mismo fabricante.



Conector de consola analógica

Se generó un gran caos debido a la variedad de lenguajes de comunicación (entre los *dimmers* y las consolas) que llegaron a existir. En 1986 el *United States Institute for Theatre Technology* (U.S.I.T.T.) comenzó el desarrollo de un protocolo que unificaría a a todos los fabricantes. Fue hasta 1990 que se publicó el DMX-512, el cual permite que cualquier consola controle a cualquier *dimmer* (siempre y cuando sean compatibles con este

* *Digital MultipleX*

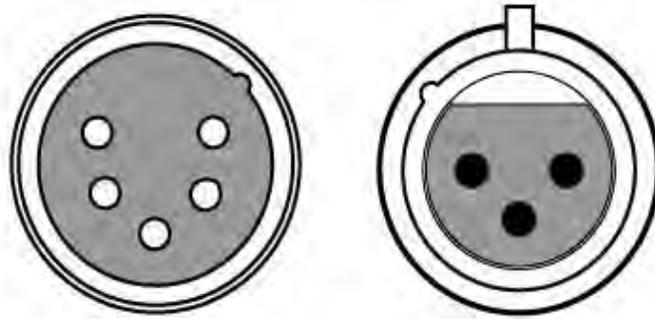
** Una señal analógica puede poseer distintos valores, la señal digital sólo puede tener dos.

protocolo), sin importar la marca.¹

El protocolo DMX-512 establece una comunicación digital con los *dimmers*, lo cual trae la ventaja de requerir únicamente un cable de tres hilos para enviar las 512 señales de los canales que es capaz de controlar. También es posible colocar la consola aún a más distancia de los *dimmers* que si se utilizara una señal analógica.

En un principio, el protocolo DMX-512 fue diseñado para comunicar a las consolas de iluminación con los *dimmers*. Actualmente se le usa para el control de luminarias robóticas, máquinas de humo, ventiladores, cañones de confeti, etc.

Aunque la transmisión de datos del protocolo DMX-512 sólo ocupa tres hilos, se suelen usar conectores de cinco; la norma agrega como opción dos más para datos alternos. Por ejemplo, por medio de los hilos adicionales los *dimmers* le pueden notificar de su temperatura a la consola. Otra ventaja de utilizar conectores de cinco hilos es el evitar posibles confusiones con los cables de audio.



Conectores (llamados XLR o Canon) usados en el protocolo DMX-512

¹ Sirlin, Eli, *La luz en el teatro: manual de iluminación*, Buenos Aires, Instituto Nacional del Teatro: Atuel, 2006, p. 219

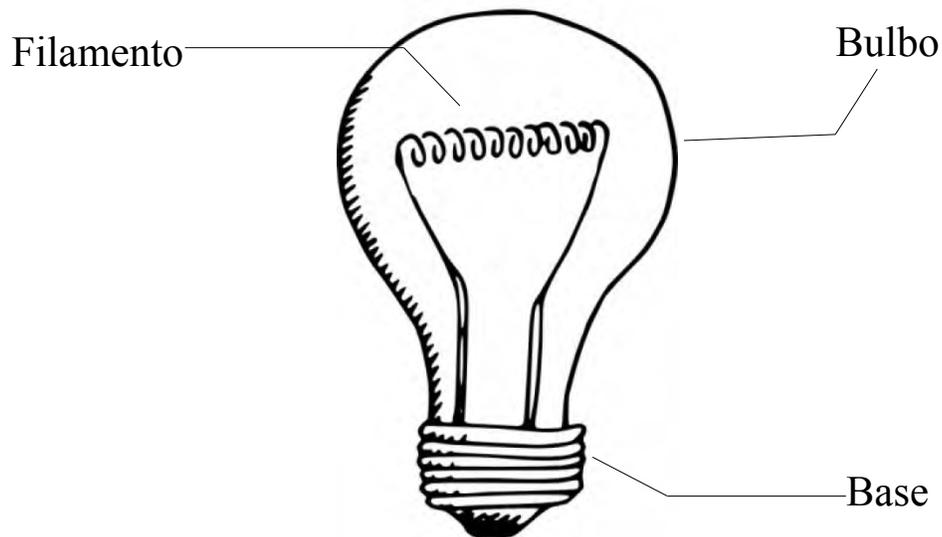
APÉNDICE III
TIPOS DE FOCOS

APÉNDICE III – TIPOS DE FOCOS

“A lamp is composed of the *light source* (the filament in an incandescent lamp); a glass envelope, or *bulb*; an a *base*.”^{1 †}

Dentro de la iluminación moderna los focos son la piedra angular de toda la cadena para producir luz, ya que se encargan de transformar la energía eléctrica en lumínica. Para poder llevar acabo el mencionado objetivo, toda lámpara (foco) consta de tres partes:

- La fuente de luz (el filamento en el caso de los focos incandescentes).
- Cubierta de cristal (a la que se le puede llamar bulbo o bombilla).
- La base (por medio de la cual el filamento recibirá la alimentación eléctrica).



Anatomía de un foco “común”

¹ Parker, W. Oren, *et. al.*, *Scene Desing and Stage Lighting*, Wadsworth, Canada, 2008, p. 496

[†] “Una lámpara está compuesta por la fuente de luz (el filamento en una lámpara incandescente), una envoltura de cristal o *bulbo* y una base.”

No todos los focos producen luz de la misma forma, existen diversos métodos; entre los más usados están:

- **Incandescencia:** Al aumentar la temperatura de una sustancia esta emite luz y rayos infrarrojos.
- **Descarga eléctrica:** La electricidad atraviesa un gas y excita los átomos de este, produciendo luz, rayos ultravioletas e infrarrojos.
- **Fluorescencia y fosforescencia:** Los rayos ultravioletas son transformados en luz al hacer brillar una capa de fósforo.²

El presente trabajo sólo se enfoca a la incandescencia, ya que es el método utilizado por los focos que se implementan en los instrumentos ya descritos (PARes, Fresneles y *Lekos*)

“An incandescent lamp is a thermal radiator. A tungsten filament is heated to produce both thermal and luminous radiation.”³ †

Los focos consisten en una hebra metálica encerrada en un bulbo de cristal. Dicho metal presenta cierta oposición al paso de la corriente eléctrica, por lo que cuando pasa a través de él este se calienta hasta ponerse al rojo vivo y produce luz.

El filamento emite luz en todas direcciones, a los focos que los usan se les llama omnidireccionales o no focalizados. Se puede modificar la emisión lumínica de un foco agregándole reflectores dentro de la ampolla para que redirijan la luz.

Los focos incandescentes deben ser manejados con mayor cuidado al estar encendidos. Cuando el filamento se calienta se torna aún más frágil (se funde a los 3400°C),

² Fitt, Brian y Thornley, Joe, *Lighting Technology: A Guide for Television, Film and Theatre*, 2nd. Great Britain, Focal press, 2002, p. 54

³ Keller, Max. *Fantastic Light :the art and design of stage lighting*, 2nd. ed. Munich, Prestel, 2006, p. 75

† “Una lámpara incandescente es un radiador térmico. Un filamento de tungsteno es calentado para producir tanto calor, como radiación luminosa.”

por lo que cualquier sacudida violenta puede provocar su rotura con relativa facilidad.⁴ Si es necesario desplazar la luminaria cuando el foco se encuentra encendido, es recomendable que se baje la intensidad lumínica de este para que el filamento se encuentre lo más frío posible.

El uso de *dimmers* eléctricos en focos incandescentes causa diversos efectos, aparte de disminuir su intensidad luminosa; son los siguientes:

- ✓ Menor emisión de calor.
- ✓ Menor emisión de longitudes de onda corta (violetas y azules), percibiéndose una luz con tono más cálido debido a la mayor presencia de ondas largas (rojos).
- ✓ Aumento de la vida útil del foco.

Existen diferentes tipos de focos. A grandes rasgos y con el propósito de una explicación simple, en el presente trabajo sólo se dividen en dos grupos: “comunes” y halógenos.

Focos comunes

Los primeros filamentos de los focos estaban fabricados con materiales orgánicos como el bambú o el carbón. Actualmente se utilizan hebras metálicas hechas de tungsteno (también llamado wolframio) debido a que es más resistente al calor y, por lo tanto, produce más luz (con el consecuente mayor consumo de energía).

Si el aire estuviera en contacto directo con el filamento, este último se derretiría casi instantáneamente, para evitarlo se aísla dentro de una ampolla de vidrio. El interior del cristal puede estar al vacío (ausencia de cualquier sustancia) o relleno con algún gas inerte como el argón, nitrógeno y/o kriptón⁵ para evitar la rápida oxidación del filamento; en

4 Parker, W. Oren, *et. al.*, *op. cit.*, p. 499

5 Keller, Max, *op. cit.*, p. 76

cualquiera de los casos la intención es alargar la vida útil del foco el mayor tiempo posible.

Conforme se va evaporando el filamento, las partículas desprendidas de él se irán acumulando en la pared interior de la ampolla e impedirán el paso de la luz hacia el exterior, lo que causa una disminución progresiva del rendimiento lumínico de la lámpara. Así mismo, la hebra de tungsteno se va haciendo cada vez más delgada, hasta que finalmente se rompe.

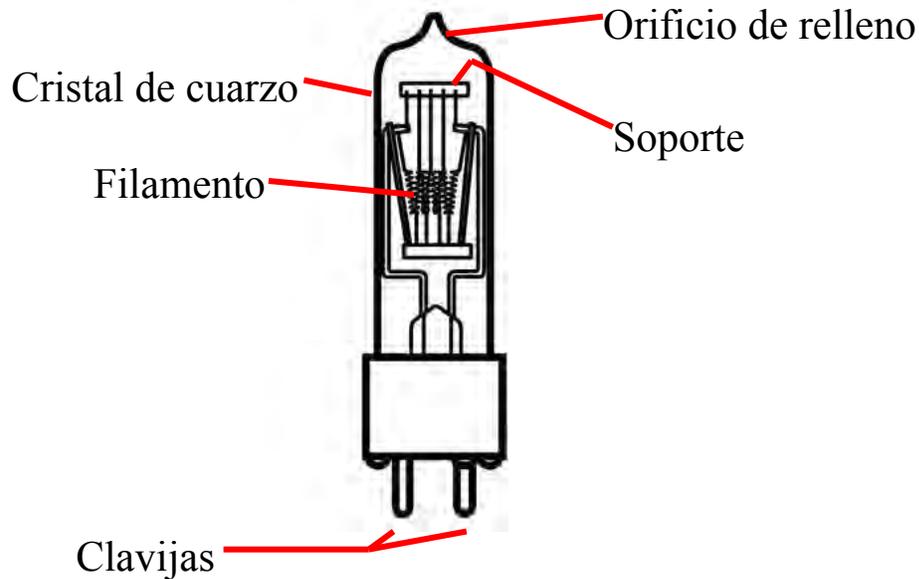
Los bulbos de los focos comunes son relativamente grandes para que, aparte de presentar mayor superficie para reducir el oscurecimiento causado por la evaporación del filamento, se disipe un poco el calor emitido antes de que llegue al vidrio y así evitar que este se quiebre.

Focos halógenos

Generalmente (puede haber más elementos), las partes de un foco halógeno son:

- Ampolla de cuarzo.
- Orificio por donde se introdujo el gas.
- Filamento en forma de espiral.
- Clavijas.
- Soportes.⁶

6 López Sáez, José Miguel, *Diseño de iluminación escénica*, Madrid, Editorial La Avispa, S.L., 2000, p. 72



Anatomía de un foco halógeno

Con el propósito de mejorar las prestaciones de los focos comunes, en los halógenos el vidrio se reemplaza por cuarzo, porque es más resistente al calor y soporta el gas a mayor presión, Lo anterior permite que el foco sea más pequeño y, por lo tanto, se puedan fabricar luminarias de mayor precisión óptica.

Además de cambiar el vidrio por cuarzo, el filamento del foco está inmerso en un gas halógeno (generalmente yodo, aunque también pueden ser bromo, cloro o flúor⁷), el cual permite su regeneración en un proceso llamado “Ciclo del halógeno-tungsteno”. “This process represents an Important step in avoiding bulb blackening. Modern tungsten-halogen incandescent lamps have increasingly been used in an fields since the 1965.”^{†8} El mencionado ciclo del Halógeno-Tungsteno se da de la siguiente manera:

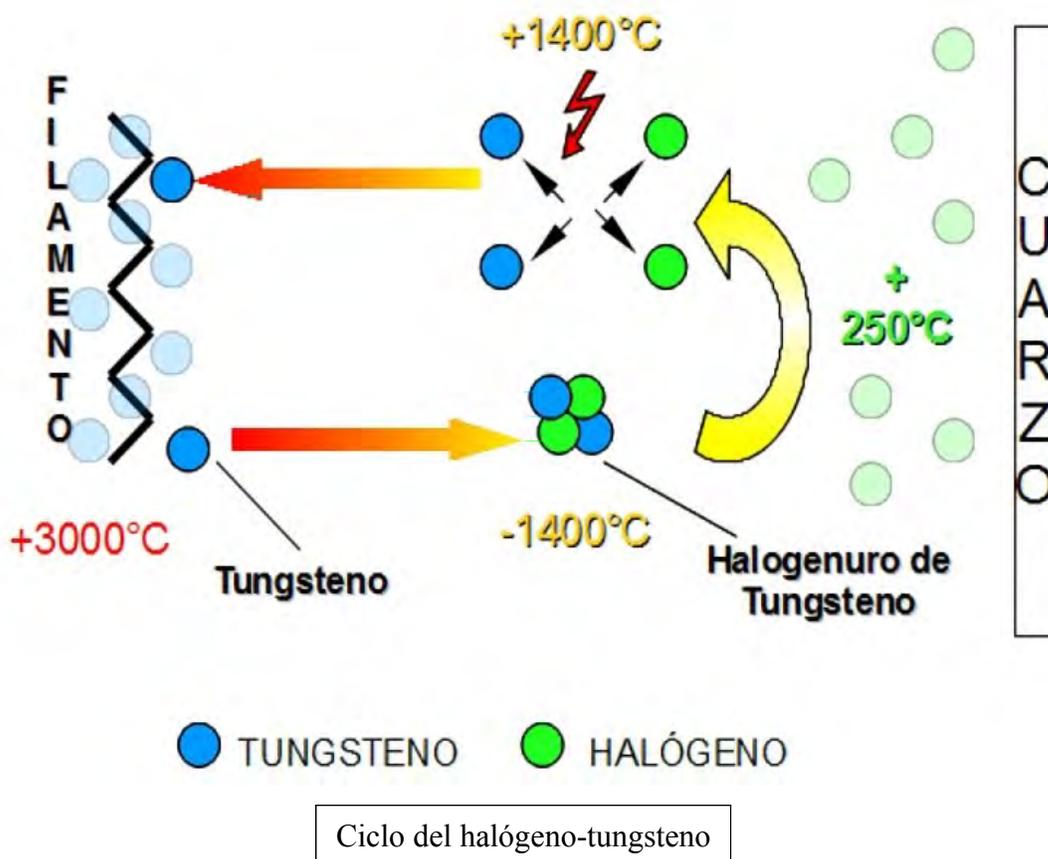
Cuando el filamento de tungsteno alcanza aproximadamente 3000°C comienza a evaporarse. Los átomos que se desprenden se alejan y se enfrían a unos 1400°C, y se combinan con los del halógeno para formar halogenuro de tungsteno. Por encima de los

7 Sirlin, Eli, *La luz en el teatro: manual de iluminación*, Buenos Aires, Instituto Nacional del Teatro: Atuel, 2006, p. 137

† “Este proceso representa un paso importante para evitar el opacamiento del bulbo. Las modernas lámparas de tungsteno-halógeno son cada vez más usadas desde 1965.”

8 Keller, Max, *op. cit.*, p. 76

250°C el compuesto formado sigue siendo gaseoso y es necesario que no se enfríe más para evitar que sus elementos se separen y el tungsteno se condense en el cuarzo y lo oscurezca. La temperatura necesaria se logra conservando el cristal al calor del filamento, es decir, haciendo una bombilla más pequeña. Los fluidos térmicos (fenómeno de convección) se encargan de dirigir nuevamente el gas hacia el filamento, por lo que se vuelve a calentar y se rompen las moléculas del compuesto. El tungsteno se reintegra a las partes más frías del filamento y el halógeno queda libre para repetir el proceso.⁹



La reintegración del tungsteno al filamento de la lámpara no se da de manera uniforme, por lo que algunas partes aumentan su grosor mientras otras se adelgazan; razón por la cual aún los focos halógenos tienen un tiempo de vida limitado.

9 Fitt, Brian y Thornley, Joe, *op. cit.*, p. 61

En resumen, los focos halógenos presentan las siguientes ventajas sobre los comunes (los que contienen un gas inerte o están al vacío):

- ✓ El tamaño del filamento y del foco en general es menor, lo cual permite hacer instrumentos compactos y con sistemas ópticos más complejos.
- ✓ Pueden trabajar a mayor potencia eléctrica que los focos comunes.
- ✓ La misma intensidad luminosa de un foco común puede ser igualada consumiendo menos energía.
- ✓ El cristal de cuarzo usado para la bombilla es más resistente, por lo que se puede introducir gas a mayor presión.
- ✓ Rendimiento luminoso y color de temperatura constantes durante el tiempo de vida, debido a que el cristal no se va opacando.
- ✓ Mayor tiempo de vida.
- ✓ Mejor relación intensidad luminosa/consumo eléctrico (lúmenes/watts)

“A disadvantage of the tungsten-halogen lamp is that the quartz glass envelope cannot be touched by fingers. No matter how clean one's hands are, oil from the skin is deposited on the glass...”[†]

Pero los focos halógenos no sólo traen ventajas, su uso causa inconvenientes y son prudentes algunas precauciones:

- ✗ Es muy importante no tocar directamente con los dedos (en general evitar el

[†] “Una desventaja de las lámparas de tungsteno-halógeno es que el cristal de cuarzo que las envuelve no puede ser tocado con los dedos. No importa que las manos estén limpias, la grasa de la piel se deposita sobre el cristal.”

contacto con la piel) el cristal de cuarzo de la lámpara porque quedan residuos de grasa cutánea, lo que provoca una diferencia de temperaturas en el bulbo del foco durante su funcionamiento, con la posibilidad de que estalle o presente manchas. Después de su manipulación es conveniente limpiar el cristal con un paño de algodón humedecido en alcohol de madera.

- x El cuarzo deja pasar los rayos ultravioleta (UV), lo cual causa daños en la piel cuando está expuesta durante largos periodos de tiempo a la luz emitida por los focos halógenos. Si la luminaria cuenta con una lente hecha con vidrio de borosilicato, esta se encargará de filtrar dichos rayos.¹⁰

- x Cuando un foco halógeno trabaja con un voltaje reducido (baja intensidad lumínica) no genera el suficiente calor para que el ciclo de halógeno-tungsteno se realice de forma correcta, por lo que el filamento se debilitará más rápido y el vapor de tungsteno se acumulará en el cristal de la lámpara. Es recomendable que después de usar el foco a bajo voltaje durante un tiempo prolongado, se encienda a su máxima intensidad luminosa para revertir (aunque no se podrá en su totalidad) la merma causada.¹¹

10 Fitt, Brian y Thornley, Joe, *op. cit.*, p. 62

11 Bellman, Willard F., *Lighting the stage: Art and practice*, 2nd ed, New York, Chandler Publishing, 1974, p. 31

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En la mayoría de los espectáculos escénicos que se realizan actualmente al interior de un recinto la luz tiene un papel fundamental, el éxito de la función puede depender ella. No es lo mismo una obra de teatro con una iluminación “plana” (que no cambie) que una en la que la iluminación ayude a establecer espacios, tiempos o emociones.

Los conocimientos técnicos de todo lo que implica la iluminación de un escenario ayudan a que los encargados de las luces en un espectáculo puedan realizar su trabajo en menor tiempo, de una forma óptima y segura. Además, dicho personal tendrá mayores posibilidades de solucionar los problemas que se presenten antes, durante y después del evento escénico.

El equipo utilizado para la iluminación profesional de los escenarios no es barato, por lo cual es conveniente conocer su correcta manipulación y mantenimiento para que funcione como lo tiene que hacer y alargar su vida útil. Además, generalmente el tiempo para montar la iluminación es corto, por lo que se debe saber lo que se está haciendo.

Las actividades escénicas son eventos colectivos, el desconocimiento de las medidas básicas de seguridad al manejar los instrumentos de iluminación eleva exponencialmente los riesgos para el mismo equipo, el edificio y todas las personas cercanas al área de trabajo (técnicos, actores, público, etc.). Las consecuencias pueden ir desde una luminaria dañada hasta la muerte de varias personas.

Definitivamente el desarrollo de la luminotecnia escénica ofrece múltiples posibilidades respecto a la luz y lo que con ella puede hacerse sobre un escenario, lo cual ha cambiado las formas en que se puede transmitir lo que se quiere al público de un espectáculo.

Antes del siglo XIX la luz emitida por las velas y lámparas de aceite era muy tenue como para que en un teatro los actores se pudieran alejar demasiado de ellas, además de que sus gestos tenían que ser muy marcados; los vestuarios y escenografías tenían que ser de colores vivos para que pudieran verse. Los avances de la luminotecnia permitieron proveer al escenario con mayor cantidad de luz.

En la actualidad la iluminación a base de LEDs está ganando terreno por sus ventajas de ahorro energético y por la posibilidad de que una luminaria cambie el color de su luz. Personalmente creo que aún le falta mucho por madurar a dicha tecnología; los LEDs son delicados y se dañan con facilidad, falta aumentar su potencia lumínica, por el momento sólo pueden emitir luz difusa, no pueden igualar plenamente los colores conseguidos con filtros (a pesar de poseer los tres colores básicos), etc.

No alcanzo a imaginar la llegada de una aportación tecnológica tan importante como lo fue la introducción de la electricidad dentro de la iluminación escénica, aunque seguramente en la antigüedad tampoco era posible concebir las posibilidades que la luminotecnia brinda ahora. Quizás el próximo avance importante será el uso de electricidad inalámbrica, ¡sí, sin cables!*

Si bien el presente trabajo no se concentró a fondo en un único tema, sí da una panorámica general para acercar a aquella persona que tenga curiosidad de conocer un poco del lenguaje luminotécnico, lo cual podrá ayudarle a comunicarse más eficientemente con los técnicos de los foros en los que trabaje.

Actualmente existen, por lo menos en México, pocas opciones de capacitación profesional en luminotecnia escénica. Un factor importante en dicha escasez es el elevado costo de los equipos de iluminación e instalaciones adecuadas, lo cual eleva el precio de los cursos.

Aunque han habido proyectos que, por diversos motivos, no han podido continuar*, se han abierto otras posibilidades de capacitación. La reciente inclusión de los cursos de luminotecnia, escenotecnia y escenofonía dentro del plan de estudios de la Licenciatura en Literatura Dramática y Teatro de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, abre una posibilidad muy importante: que personas con formación teatral incursionen en las áreas técnicas de un montaje escénico.

* Gracias al llamado Efecto Tesla.

* Como la Escuela Superior de Producción y Escenotecnia, S.C. o la empresa Escenotec (que por el momento no ha continuado dando cursos).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Bellman, Willard F., *Lighting the stage: Art and practice*, 2nd. ed, New York, Chandler Publishing, 1974
- Bellman, Willard F., *Lighting the Stage: Art & Practice*, 3rd ed., Broadway Press, 2001
- Bentham, Frederick, *The Art of Stage Lighting*, New York, Taplinger Publishing Company, 1968 (Theatre and Stage Series)
- Bergman, Gösta M., *Lighting in the Theatre*, Stockholm, Sweden, Almqvist & Wiksell International, 1977
- Cunningham, Glen, *Stage Lighting Revealed: A Design and Execution Handbook*, U.S.A., Waveland Press, Inc., 1993
- Fitt, Brian y Thornley, Joe, *Lighting Technology: A Guide for Television, Film and Theatre*, 2nd Great Britain, Focal press, 2002
- Fraser, Neil, *Stage Lighting Explained*, Wiltshire, England, The Crowood Press Ltd, 2002
- Huntington, John, *Control Systems for Live Entertainment*, 3rd ed., U.S.A., Focal Press, 2007
- Keller, Max, *Fantastic Light :the art and design of stage lighting*, 2nd ed., Munich, Prestel, 2006

- López Sáez, José Miguel *Diseño de iluminación escénica*, Madrid, Editorial La Avispa, S.L., 2000
- Moreno, Juan Carlos y Linares, César, *Iluminación*, 3^{ra} ed., Ciudad Real, España, Ñaque, 2002
- Páez Ramírez, Gerardo, *La iluminación en el espacio escénico*, Tesis (Licenciatura), México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 1992
- Panati, Charles, *Panati's extraordinary origins of everyday things*, USA, Perennial Library, 1987
- Parker, W. Oren y Craig Wolf, R, *Stage Lighting: Practice and Desing*, U.S.A., Holt Rinehart and Winston, Inc., 1987
- Parker, W. Oren, *et. al.*, *Scene Desing and Stage Lighting*, 9th ed., Wadsworth, Canada, 2008
- Penzel, Frederick, *Theatre Lighting Before Electricity*, Middletown, Connecticut, U.S.A, Wesleyan University Press, 1978
- Pilbrow, Richard, *Stage Lighting Desing: The Art, The Craft, The life*, USA, By Desing Press, 1997
- Rees, Terence, *Theatre Lighting in the Age of Gas*, Cambridge, Entertainment Technology Press, 2004
- Sellman, Hunton D. *Essentials of Stage Lighting*, New York, Meredith Corporation, 1972

- Shelley , Steven Louis , *A Practical Guide to Stage Lighting*, 2nd ed., U.S.A., Focal Press , 2009
- Sirlin, Eli, *La luz en el teatro: manual de iluminación*, Buenos Aires, Instituto Nacional del Teatro: Atuel, 2006
- Streader, Tim y Williams, John A., *Create Your Own Stage Lighting*, U.S.A., Prentice-Hall, Inc., 1985
- Swift, Charles I., *Introduction to Stage Lighting: The Fundamentals of Theatre Lighting Desing*, U.S.A., Meriwether Publishing Ltd., 2004