

INFORME TAREA 3 ESPECTROS

Santiago Ríos Herrera

Profesor: Edgardo Costa H.

Auxiliar: Paulina Palma B..

1. Introducción

El presente informe tiene como objetivo describir los procesos de extracción, calibración y visualización de espectros. Los espectros utilizados fueron capturados en el observatorio Cerro Tololo, con el fin de identificar estrellas en la vecindad solar mediante su distancia, para así poder estudiar sus características y extrapolarlas a estrellas mas lejanas.

El CCD utilizado es de marca Loral, ubicado en un telescopio cassegrain 1.5M, posee 1200 columnas y 800 filas, con píxeles de 15 micrones, sin embargo, mediante software se recortó la cantidad de filas a un total de 280.

Se observaron 5 objetos distintos con 2 observaciones por objeto, mas 3 objetos estándares, asociando una lampara de comparación a cada uno, estas observaciones fueron previamente calibradas en “Overscan”, “Master Bias” y normalizados en “Master Flat”.

Sin embargo, es necesario introducir una pequeña definición de espectro electromagnético. La primera ley de Kirchhoff menciona que, un sólido o líquido a cierta temperatura emitirá un espectro continuo en un rango de longitudes de onda, en cambio, un gas a baja presión emitirá un espectro discreto, es decir, tendrá emisión en ciertas partes del rango. Cuando se emite un continuo en cierta dirección y este atraviesa un gas a menor presión, los electrones de gas se excitan absorbiendo parte de la energía de la fuente, pero cuando se des-excitan liberan parte de esta energía, lo que se convierte en un espectro de absorción. Cada gas posee una línea de absorción en una longitud de onda distinta, por lo tanto, al observar un espectro de absorción es posible identificar en donde están estas líneas, y así poder estimar la composición química que atravesó la emisión continua.

Los objetos a utilizar son:

Objetos	Observaciones	Lámpara de comparación
CD-329927	obj1045 y obj1046	comp1048
LTT-6248	obj1049 y obj1050	comp1051
EG-274	obj1052 y obj1053	comp1054
LTT-6735	obj1058 y obj1059	comp1060
LTT-8222	obj1085 y obj1086	comp1087
LTT-8344	obj1088 y obj1089	comp1090
LTT-8542	obj1091 y obj1092	comp1093
LTT-8704	obj1094 y obj1095	comp1096

Cuadro 1: Objetos a extraer.

Los 3 primeros objetos corresponden a las Estándares Fotométricas, estas corresponden a estrellas, las cuales se le ha hecho fotometría absoluta en varias bandas, por lo tanto, el telescopio tiene cierta información de estas estrellas, la cual será ocupada más adelante.

2. Extracción Espectros

Para la extracción y procesamiento de los espectro desde sus respectivos archivos.fits se utilizó, Iraf v2.16.1 en una terminal de xgterm bajo Linux como sistema operativo, con Ubuntu como distribución escogida.

En este proceso se extrajeron 2 tipos de espectros, los de los objetos en cuestión y los de las lámparas de comparación.

En primera instancia se ejecuta Iraf en una terminal xgterm, luego para obtener el espectro del objeto es necesario cargar el paquete “noao” y luego el paquete “twodspec”, en este paquete se encuentran tareas como “apextract y apall”. En la primera tarea ejecutando el comando “epar apextract” se editan los parámetros para que el programa lea la dispersión respecto a las filas del archivo(CCD). Luego, utiliza la tarea “apall” para trazar el espectro en la dirección de las columnas, y así descartar las señales provenientes del cielo, teniendo así, la señal únicamente de la fuente. Una vez realizado esto se obtiene los siguientes resultados:

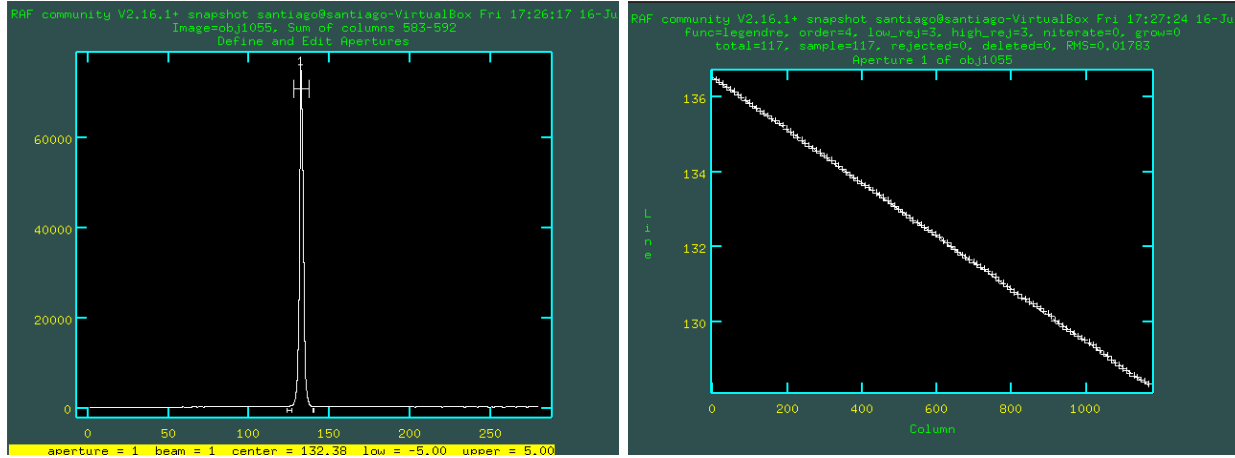


Figura 1: Apertura Obj1055

La primera imagen representa un corte a lo largo del eje de las filas del CCD, en donde se puede ver que, el objeto emisor se encuentra centrado en punto 132.38. La apertura utilizada es correcta, pues incluye toda la señal del objeto, de no ser correcta la apertura, se perdería señal del objeto, o por el contrario se tomaría señal del cielo o ‘Background’. Utilizando el comando ‘B’ y luego ‘S’ se redefine las ventanas de cielo, con el fin de descartar la señal proveniente de otro objeto distinto al observado.

La segunda imagen representa la traza del espectro, es decir, las líneas en donde se encuentra dispersado el espectro, según su columna, es posible ver que el espectro no esta perfectamente derecho, pues el receptor del CCD no esta orientado perfectamente, lo que genera esta leve pendiente. Finalmente utilizando la letra “q” se obtiene el espectro extraído:

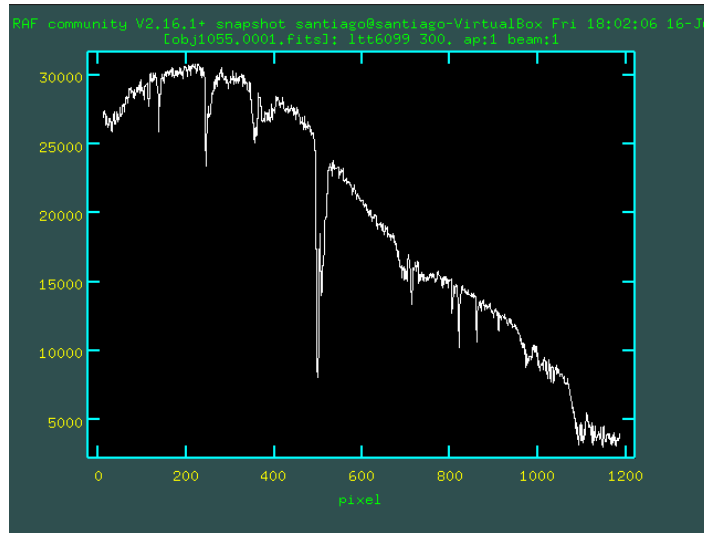


Figura 2: Espectro extraído

Es importante notar que en la imagen anterior los ejes x e y están en píxeles y cuentas respectivamente.

El procedimiento se repite para extraer cada objeto uno por uno, con la diferencia de que para los siguientes objetos se usará este ya extraído como referencia, esto es para que, en el caso de un objeto no tan brillante el programa no tenga problemas con seguir la traza, y en el caso de que no pueda obtenerla ocupe el objeto de referencia como guía.

Luego, teniendo ya los espectros de cada objeto es necesario extraer los espectros de las lámparas de comparación, por lo tanto, usando el comando “epar apall” y cambiando algunos parámetros, se extraen los espectros de cada lámpara. A continuación se muestra el espectro de lámpara de comparación `comp1057.fits`, asociada al espectro del objeto `obj1055.fits`.

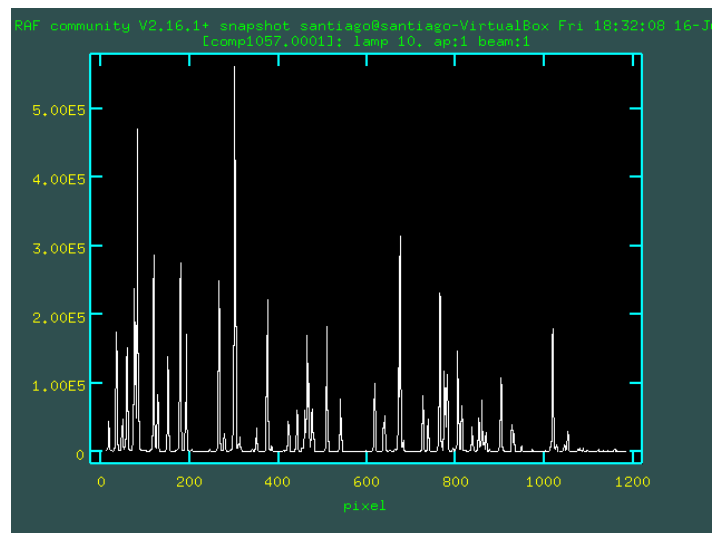


Figura 3: Lámpara de comparación

3. Calibración en longitud de onda

Al momento de haber extraído los espectros de todos los objetos y lámparas, es necesario calibrarlo en longitud de onda para poder identificar cada línea de emisión/absorción de los espectros. Para ello, se carga el paquete “onedspec” y se ejecuta la tarea “identify” con el comando “epar identify”. En esta tarea se identificarán las líneas de las lámparas, para así asignarle una longitud de onda basándose en un espectro ya identificado.

Al ejecutar la tarea, se abrirá un gráfico como el de la figura 3, a diferencia que este será interactivo y por lo tanto, al teclear la letra “M” sobre una línea se pedirá introducir un valor en longitud de onda. Luego de identificar una cantidad de líneas del orden de 7 u 8, se realiza un fiteo con la tecla “F” el cual tendrá un RMS asociado, si el RMS es bajo, significa que el fiteo y la identificación de las líneas fue relativamente buena, en caso contrario, significara la incorrecta identificación de una o más líneas, por lo que será necesario eliminarlas e identificarlas nuevamente. Una vez identificadas las primeras líneas y fiteadas con un RMS bajo al teclear la letra “M” el software sugerirá un valor para aquella línea, con lo que se podrán identificar aún más. Finalmente, al ejecutar el comando

“:mach RMS*3” y seguidamente la letra “L” se obtendrán datos desde una base datos, en la cual se identificarán más líneas que anteriormente no se habían identificado, el resultado se presenta a continuación:

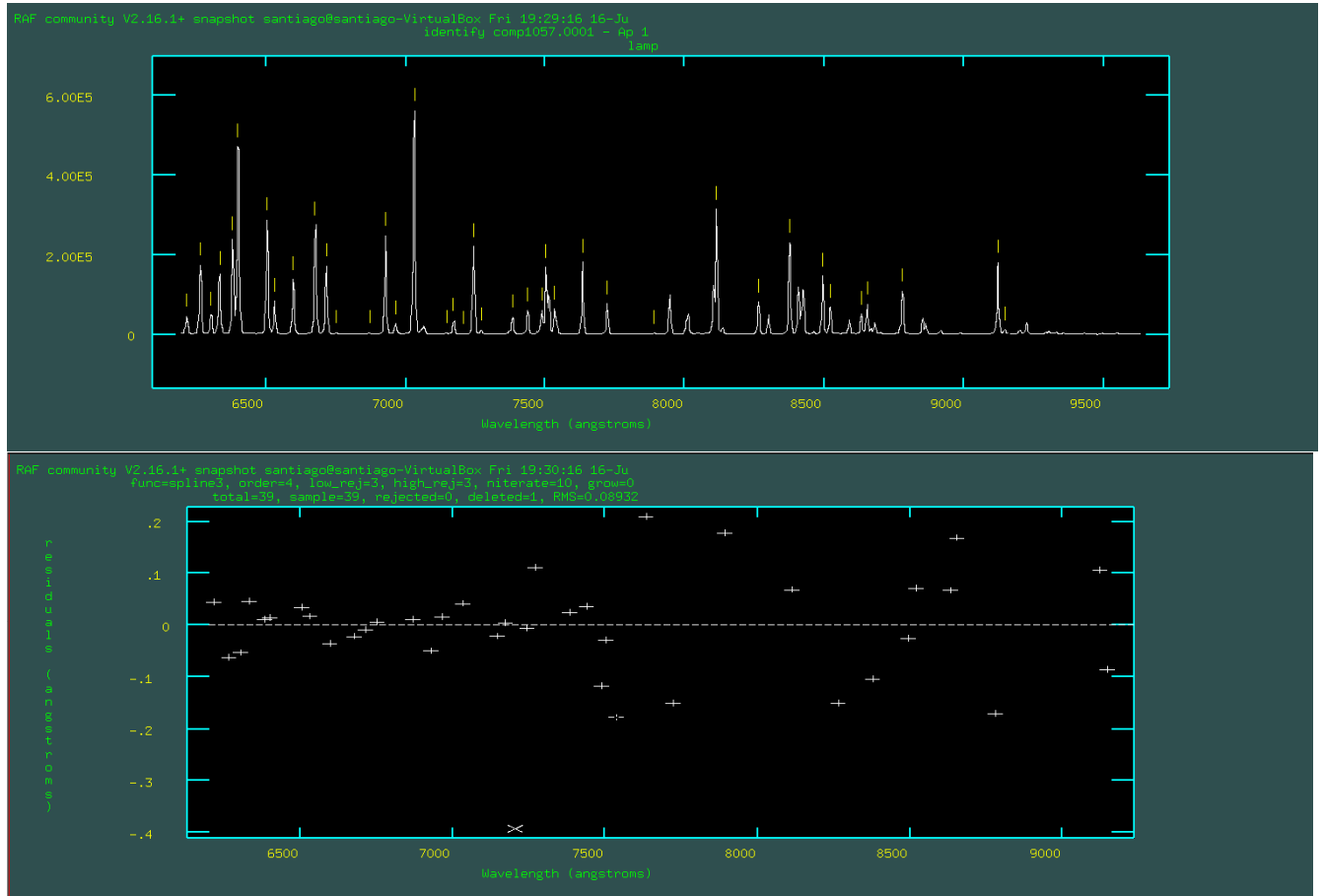


Figura 4: Líneas identificadas para cada longitud de onda.

De la figura 4 se puede observar que, al comparar las líneas con respecto al espectro ya identificado estas pueden diferir en cuanto a intensidad, pues, dependen estrechamente del “setup” o del equipo utilizado, sin embargo, la posición en longitud de onda debe ser la misma para cada espectro.

Este extenso y delicado proceso no es necesario repetirlo para cada lámpara, una vez realizado el primero, las siguientes lámparas podrán recibir como referencia este espectro ya calibrado, y el proceso se hará automáticamente. Con la secuencia de comando “A C” cada lámpara quedará centrada correctamente.

El siguiente paso de esta etapa consiste en, asociar a cada observación su lámpara correspondiente, por lo tanto, se ejecuta la tarea “refspectra”, la cual al ingresarle los parámetros asociados le asigna a la observación su correspondiente lámpara. Luego utilizando la tarea “dispcor” finalmente se obtienen los espectros calibrados en longitud de onda:

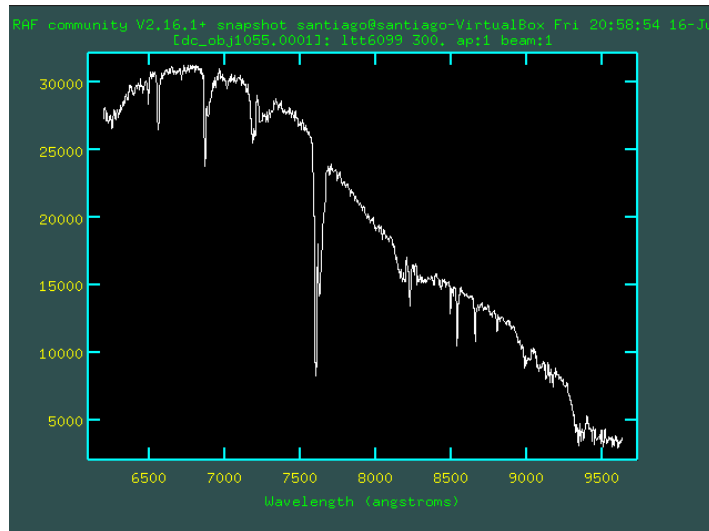


Figura 5: Espectro calibrado en Longitud de onda.

4. Calibración de Flujo

Finalmente, la última etapa consiste en calibrar los espectros en flujo, para esto es necesario utilizar las estándares espectro fotométricas.

Esta etapa se divide en 4 tareas:

1. Masa de aire
2. Estándares fotométricas
3. función de sensibilidad
4. función de calibración

1. Masa de aire:

La masa de aire es un factor a considerar cuando se trata de observaciones en tiempo, pues, la posición del objeto en el cielo cambia, al igual que la masa de aire. Para obtener la masa efectiva se ocupa la función “Setairmass” para todo los objetos. La función se encuentra en el paquete `astutil`, por lo tanto, es necesario cargar este paquete antes de usarla.

2. Estándares fotométricas:

Las Estándares Fotométricas, tal como se mencionó anteriormente, son estrellas que están en la base de datos del telescopio, y por lo tanto se conoce la relación de flujo y cuentas. En esta Sub-sección se ocupa la función “Standard” la cual crea un archivo llamado “STDS” en donde se guarda la información de las observaciones de las estándares, específicamente la relación entre flujo y cuentas.

3. Función de sensibilidad:

Usando la información que contiene el archivo “STDS” se ocupa la función “sesfunc”, la cual devuelve un fiteo de la sensibilidad vs la longitud de onda, tal como se muestra a continuación:

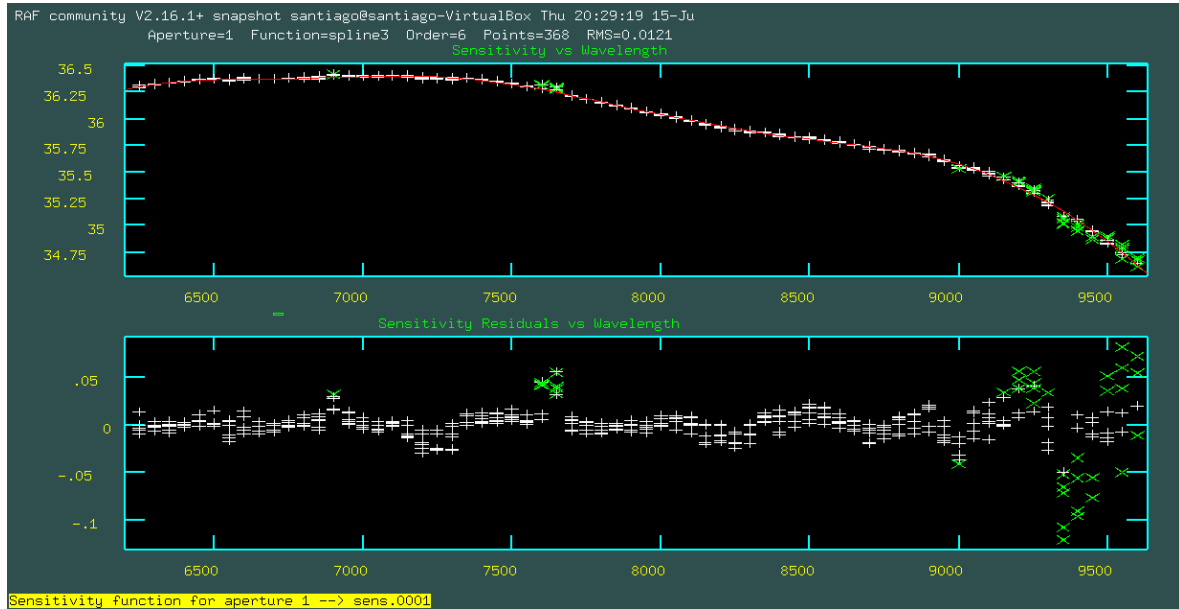


Figura 6: Función de sensibilidad vs longitud de onda

Dado que se eliminaron puntos con residuos muy grandes el RMS es pequeño, lo cual implica que el fiteo es relativamente correcto. En este gráfico al apretar la tecla “S” las curvas fiteadas serán llevadas a la de observación más alta, que a su vez, corresponde a la con menor cantidad de nubes.

4. Función de calibración:

La última función se ejecuta con el comando “epar calibrate”, esta tarea utiliza la función de sensibilidad calculada anteriormente, y la aplica para cada espectro. Como la función de sensibilidad fue calculada en base a las estándares fotométricas, no es necesario aplicarlas a estas. Finalmente el espectro queda calibrado tanto en, longitud de onda como en flujo.

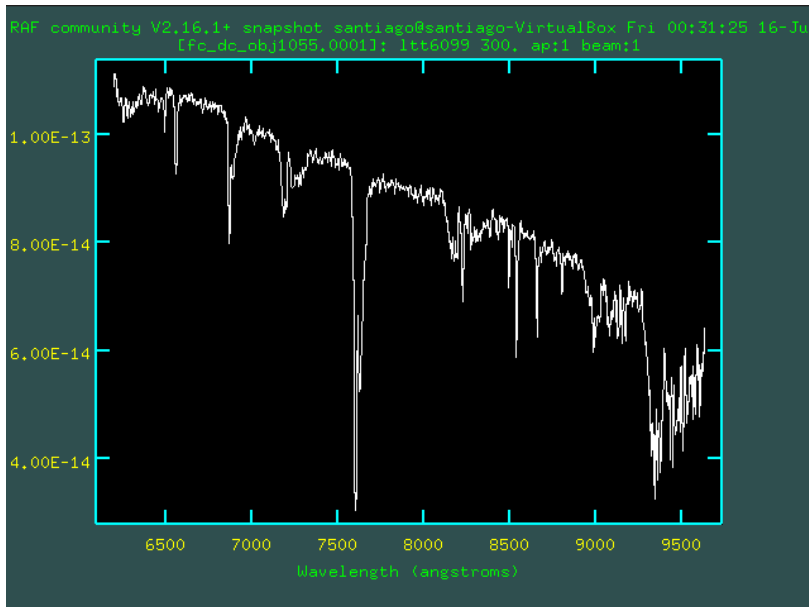


Figura 7: Espectro calibrado en flujo y en longitud de onda.

5. Conclusiones

La Espectroscopia se basa en las leyes estipuladas por Kirchhoff, lo cual la convierte en una técnica sólida de experimentación y observación. En particular cuando se ponen en practica las 3 leyes se obtienen resultados consistentes con la teoría, lo que ayuda a poder generar un argumento sólido para poder poner en practica lo observado en sistemas de los cuales no se puede obtener tanta informacion. Esta técnica, nos permite conocer una variada información de un cuerpo luminoso, tanto como su composición, distancia, interacción de la luz en el medio intergaláctico, etc.

La extracción de espectros single slits puede ser realizada mediante software, procurando que los parámetros elegidos en cada función utilizada sean correctos y propongan un resultado con el menor margen de error posible. Sin embargo, es necesario calibrar estos espectros para poder obtener el 100 % de su información.

Se utilizo Iraf para este procesamiento de imágenes, estudiando sus principales paquetes y funciones.

Por ultimo al observar los espectros finales se es posible ver e identificar ciertas lineas asociadas a ciertas longitudes de onda, lo cual nos entrega informacion respecto del objeto emisor.

6. Espectros Finales

En el siguiente link se encuentran los espectros calibrados y las imagenes usadas en el informe.

<https://github.com/SantiagoRios21/Experimental>