6. INTEGRACIÓN.

1 Cálculo de primitivas

Para calcular la primitiva de una función f:R->R se utiliza el comando 'integrate', que tiene como parámetros de entrada la función f y la variable con respecto a la que se integra:

integrate(f(x),x);

También se puede ejecutar el comando desde el menú Análisis>Integrar.

Por ejemplo, una primitiva de la función f(x)=x^3 es

```
(%i1) define(f(x), x^3); integrate(f(x),x);
```

(%o1) $f(x):=x^3$

(%o2) $\frac{x^4}{4}$

2 Cálculo de integrales definidas

Para calcular la integral definida de una función f:R->R en un intervalo [a,b] se utiliza también el comando 'integrate', que en este caso tiene como parámetros de entrada la función f, la variable con respecto a la que se integra y los extremos del intervalo:

integrate(f(x),x,a,b);

También desde el menú Análisis>Integrar se puede llamar al comando.

Por ejemplo, la integral definida de la función f(x)=x^3 en el intervalo [2, 4] es

```
(%i3) integrate(f(x),x,2,4);
```

(%o3) 60

3 Integración numérica

Maxima tiene dos comandos para obtener una aproximación numérica de una integral definida, que son 'quad_qags' y 'romberg'. Ambos tienen como parámetros de entrada la función f, la variable con respecto a la que se integra y los extremos del intervalo de integración [a, b]:

quad_qags(f(x),x,a,b);   romberg(f(x),x,a,b);

El comando quad_qags devuelve como salida una lista en la que figura, en el siguiente orden, la aproximación de la integral, el error absoluto estimado de la aproximación, el número de evaluaciones del integrando y un código de error que toma valores enteros de 0 a 6 en función de la gravedad de los problemas que surjan al intentar obtener la aproximación. Cuanto mayores son los problemas que surgen mayor es el entero, donde 0 representa que no ha habido ningún problema.

Estos comandos son necesarios, en particular, cuando con Maxima no se pueden calcular determinadas integrales definidas. Por ejemplo, la integral definida de

f(x)=e^sen(x)/(e^sen(x)+e^cos(x))

en el intervalo [0, pi/2] es igual a pi/4 (el cálculo no es trivial). Sin embargo, con la instrucción 'integrate' resulta

(%i4) define(f(x), %e^sin(x)/(%e^sin(x)+%e^cos(x))); integrate(f(x),x,0,%pi/2);

(%o4) $f(x):=\frac{\%e^{\sin(x)}}{\%e^{\sin(x)}+\%e^{\cos(x)}}$

(%o5) $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\%e^{\sin(x)}}{\%e^{\sin(x)}+\%e^{\cos(x)}} dx$

Como se puede ver, con Maxima no es posible calcular esta integral definida. En esta situación, son útiles los comandos 'quad_qads' y 'romberg'. Se ejecutan ambos:

(%i6) quad_qags(f(x),x,0,%pi/2);

(%o6) $[0.78539816339745, 8.7196712450215814\ 10^{-15}, 21, 0]$

(%i7) romberg(f(x),x,0,%pi/2);

(%o7) 0.78539816339745

Es claro que con ambos comandos se obtienen muy buenas aproximaciones de la integral. Obsérvese que el valor real de la misma aproximado con 14 decimales es

(%i8) float(%pi/4);

(%o8) 0.78539816339745