**Código Fuente – Tarea 3 “Modelo Ising”**

B=0.01;

(Se define el campo magnético, tiene un valor muy pequeño, para analizar si la configuración es ferromagnética o no)

J=1;

(Se define el valor de la constante de Interacción; esta permitirá, además de realizar el algoritmo Metropolis, definir la temperatura crítica del sistema)

SeedRandom[1];K[N\_]:=2Table[Random[Integer],{N},{N}]-1;

(Se establece la configuración de spines iniciales de manera aleatoria; la función SeedRandom[1], permite dar la misma configuración aleatoria cada vez que se compile el código; la función Random[Integer]establece valores enteros 0 y 1 y se almacenan en las filas o columnas {N})

En[S\_,N\_]:=Module[{U=0},Do[U=U+(S[[i,j]](J(S[[Mod[i+1,n,1],j]]+S[[i,Mod[j+1,n,1]]])-B)),{i,1,N},{j,1,N};U]];

(Se define una función de energía, que permitirá almacenar los valores de energía cada vez que se realice un paso montecarlo en el algoritmo Metropolis; se define el segundo término de acuerdo a la función , donde se factoriza la sumatoria sobre i y se define un campo efectivo)



Mg[S\_,N\_]:=Total[S,2]/(N\*N);

(Se define una function de magnetización, que permitirá almacenar los valores de magnetización y sumar las configuraciones resultantes de cada paso de Montecarlo)

Ising2D[N\_,Ñ\_,T\_]

(Se define el algoritmo Metropolis):=Module[{},

dE[R\_,P\_]:=(2\*R(B-P\*J))/T;

(Se define el cambio de la energia cuando se voltea un spin)

H=(X=#[[1]];L=#[[2]];P=#[[3]];

(Se definen 3 funciones auxiliares, que permiten dar la nueva configuración, la energía y la magnetización en cada paso Montecarlo)

{a,b}={RandomInteger[{1,N}],RandomInteger[{1,N}]};

(se establece las coordenadas para escoger un spin específico de la configuración inicial)

j1=Mod[a+1,N,1];

(vecino lateral derecho del spin escogido)

j2=Mod[a-1,N,1]; ];

(vecino lateral izquierdo del spin escogido)

j3=Mod[b+1,N,1]; ];

(vecino lateral arriba del spin escogido)

j4=Mod[b-1,N,1]; ];

(vecino lateral abajo del spin escogido)

q=X[[j1,b]]+X[[j2,b]]+X[[a,j3]]+X[[a,j4]];

(Se define sumatoria de los vecinos más cercanos del spin escogido, que permitirá el cálculo dE y con ello determinar si se voltea el spin o no)

If[dE[X[[a,b]],q]<0||RandomReal[]<Exp[-dE[X[[a,b]],q]],L=L+2X[[a,b]];P=P+dE[X[[a,b]],q];X[[a,b]]=-X[[a,b]];

(Se especifica la condición que debe cumplir dE para que el spin sea volteado o no, junto con la probabilidad si dE>0; además dentro de la condición If, se realiza el cálculo de la energía, magnetización para cada paso Montecarlo)

X,X];{X,L,P}

(Esto permite que se utilicen los nuevos datos para próximo proceso)

)&;

F=Nest[H,{ml,Mg[ml],En[ml,N]/T},Ñ];

(Se aplica el proceso Ising2D para la rejilla ml y las funciones Mg y En que se definen al inicio del código)

r1=NestList[H,F,Ñ];

(Permite dar lista de las variables ml, Mg y En)

mag=Table[r1[[i,2]],{i,1,Ñ}];

(Establece la tabla de datos para los datos de magnetización obtenida en cada paso Montecarlo)

eneg=T\*Table[r1[[i,3]],{i,1,Ñ}];

(Establece la tabla de datos para los datos de energía obtenida en cada paso Montecarlo)

ml=r1[[Ñ+1,1]];

(se actualiza la rejilla para la nueva configuración)

];

Tc=Divide[2J,ArcSinh[1.0]];

(Se realiza el cálculo de la temperatura crítica)

Ni=70;

(Se enuncia el tamaño de la rejilla)

h=1.5;

(Se establece la temperatura)

Ci=50000;

(Se establece el número de pasos Montecarlo)

ml=K[Ni];

(Se evalúa la rejilla respecto al tamaño que esta va a tener)

Ising2D[Ni,Ci,B,J,h];

(Se evalúa el algoritmo Metropolis tomando todos los parámetros definidos)

ArrayPlot[ml,ColorRules->{1->White,-1->Black},Mesh->True]

(Se da una ilustración de la rejilla inicial)

MagPro=Total[mag]/(Ni\*Ci);

(Permite el cálculo de la magnetización promedio)

ListPlot[eneg]

(Da la gráfica de energía respecto al número de pasos Montecarlo)

ListPlot[mag]

(Da la gráfica de mag respecto al número de pasos Montecarlo)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Instrucciones Compilación**

-Tener cualquier versión de Mathematica

-Comentar o eliminar los comentarios explicativos descritos en el código.

-La compilación solo da el arreglo ilustrativo de la rejilla inicial. Si se pretende obtener gráficas, tablas o algunos cálculos adicionales, se debe hacer después de la compilación del código.

-Para versiones diferentes de Mathematica, pueden haber distintos modos de compilación; para la versión utilizada (Mathematica 10), se compilaba con Enter+Shift.

[1] Simulation of the 2D Ising Model [En l´ınea] Recuperado de https://www.physics .rutgers.edu/~coleman/611/Resources/ ising snippets class project.pdf Fecha de consulta: 20/09/2021.