

MODELADO DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN LA COCCIÓN DEL ARROZ

Marianne Solangel Rojas Robles - 2150286

Universidad Industrial de Santander
Modelado Estructural
2019-1

INTRODUCCIÓN

El presente informe detalla el proceso realizado durante la clase de modelado estructural respecto a la cocción del arroz blanco y el modelado de su consumo energético.

Primeramente, se realizó un experimento práctico, cocinando una taza de arroz blanco como normalmente se realiza en el hogar de cada estudiante. De este procedimiento se tomó el tiempo gastado y el nivel de la llama en cada momento. Estos niveles se limitaron a bajo, medio o alto.

Luego, se realizó el mismo experimento con una receta propuesta por el profesor y se solicitó asignar valores numéricos a cada uno de los niveles de fuego para poder comparar los resultados más fácilmente.

Por último, se realizaron dos modelos que permitieran simular ambos procesos y comparar el gasto energético de ambos para comprobar la hipótesis planteada por el profesor de que la segunda receta es más eficiente en el consumo de energía.

A continuación se muestran los resultados obtenidos durante todo el proceso.

METODOLOGÍA

1. Experimento práctico: Cocción del arroz cotidiana

Durante este paso se cocinó el arroz con la receta utilizada comúnmente en el hogar de cada estudiante. Dicha receta, en este caso se muestra a continuación.

Primera Receta:

Ingredientes:

- 1 taza de arroz blanco
- 2 tazas de agua

Procedimiento:

- Añadir el agua y colocar a fuego alto hasta que hierve.
- Añadir el arroz y esperar a que el agua baje al nivel del arroz.
- Tapar y bajar el fuego al mínimo hasta que el arroz esté cocido.

De este experimento se recogieron los siguiente datos:

Tiempo total: 34 min

Tiempo a fuego alto: 14 min

Tiempo a fuego medio: 0 min

Tiempo a fuego bajo: 20 min

2. Experimento práctico: Cocción del arroz recomendada

Durante este paso se cocinó el arroz con la receta recomendada por el profesor. Dicha receta se muestra a continuación.

Segunda Receta:

Ingredientes:

- 1 taza de arroz blanco
- 1 taza de agua

Procedimiento:

- Añadir el agua y el arroz y tapar inmediatamente.
- Colocar a fuego alto hasta que hierve.
- Bajar el fuego al mínimo hasta que el arroz esté cocido.

De este experimento se recogieron los siguiente datos:

Tiempo total: 44 min

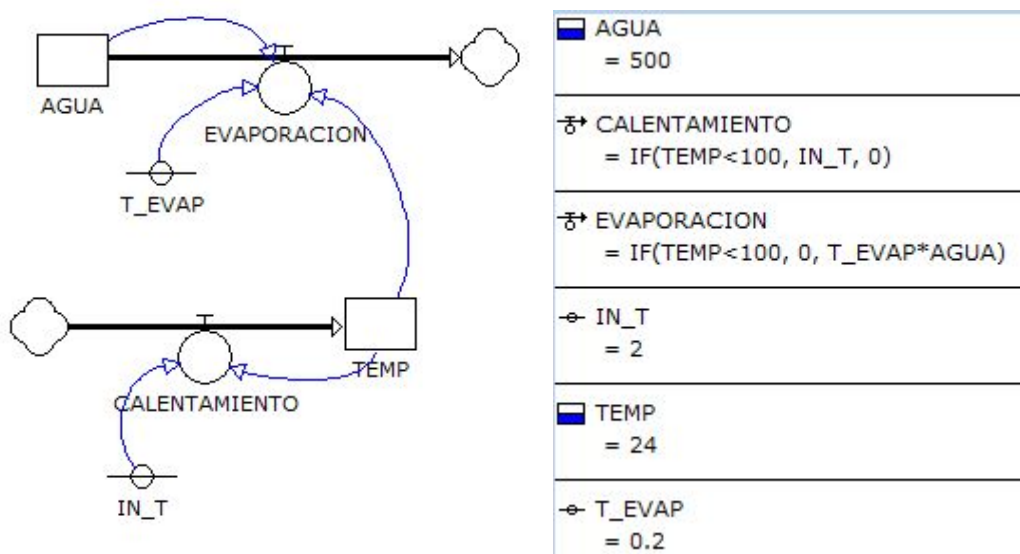
Tiempo a fuego alto: 4 min

Tiempo a fuego medio: 0 min

Tiempo a fuego bajo: 40 min

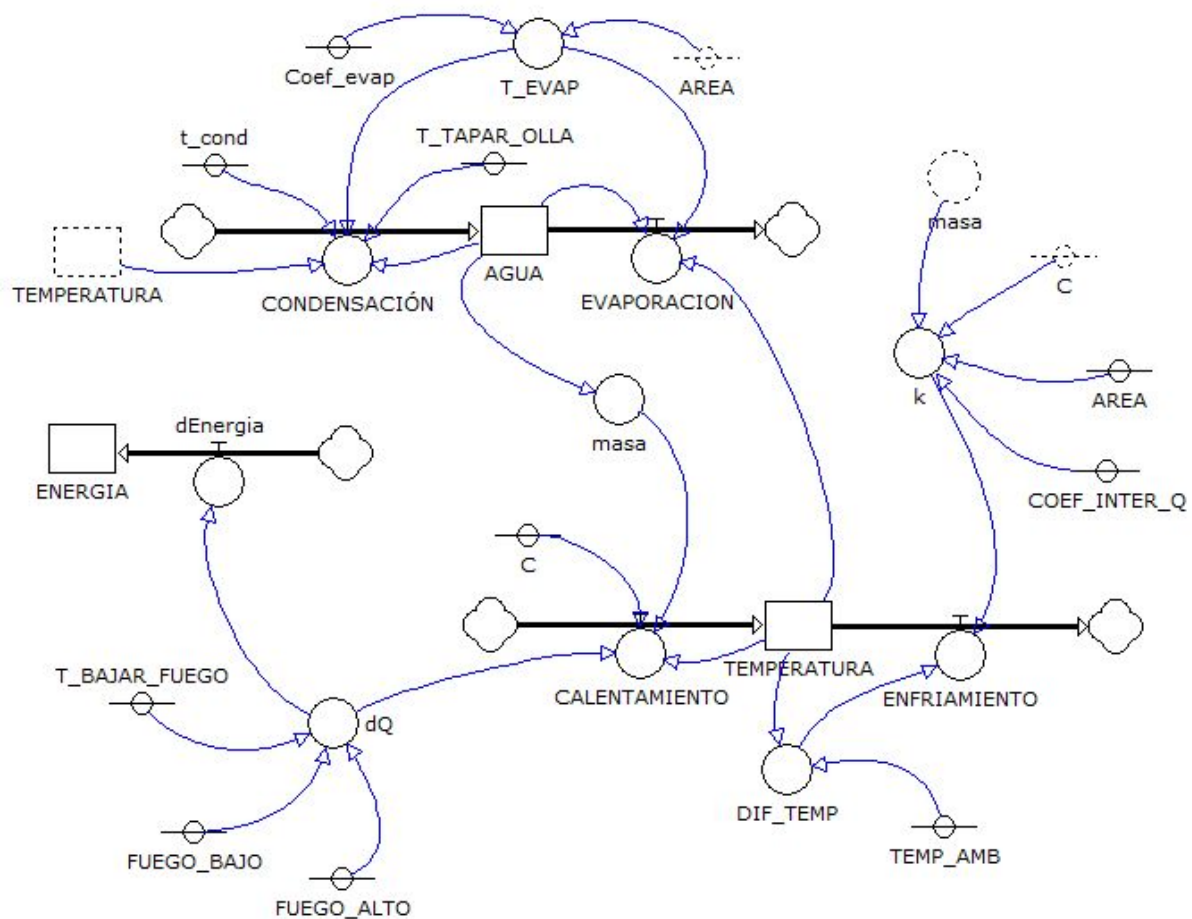
3. Planteamiento del modelo

Para este proceso se planteó un modelo basado en una propuesta del profesor. La propuesta del profesor es la siguiente:



Para este modelo se tiene en cuenta el principio de evaporación, asumiendo que cuando el agua se evapora totalmente, el arroz ha terminado de cocerse. Sin embargo, este modelo no contempla el proceso de condensación que se da al tapar la olla ni el gasto energético.

El modelo planteado para simular la cocción del arroz se observa a continuación. También se asume el principio de evaporación, además de el proceso de condensación, el proceso de pérdida de calor del sistema con el ambiente y cómo afecta la cantidad de agua dentro de la olla el proceso de calentamiento.



La tasa de calor es la cantidad de grados que aumenta el sistema por minuto. Se define a partir del tiempo en que se debe bajar el fuego, pasando de fuego alto a fuego bajo. Teniendo esta tasa, simplemente es cuestión de asegurar que la temperatura llegue a 100°C , que es la temperatura de ebullición del agua, para comenzar el ciclo de evaporación y condensación que cocina el arroz.














Los valores asignados a los niveles de fuego son 2000 J/min para el fuego bajo y 8000 J/min para el fuego alto. La cantidad de energía, medida en julios, se toma a partir del nivel de fuego, regulado en dQ , en J/min .

Este modelo representa la ley de enfriamiento de Newton y tiene en cuenta cómo se relaciona la cantidad de agua dentro de la olla con el proceso de calentamiento y el área de la superficie en la evaporación. No se tiene en cuenta la humedad del aire. Es relevante aclarar que la variable coef_inter_q se refiere al coeficiente de intercambio de calor entre el agua y el aire y la variable c al calor específico o cantidad de energía necesaria para alzar la temperatura de 1 kg de agua 1°C .

Este modelo es apropiado para representar ambas recetas, únicamente cambiando los valores de los parámetros $T_{\text{TAPAR_OLLA}}$ y $T_{\text{BAJAR_FUEGO}}$, que representan el minuto en el cual se tapa la olla y el minuto en que se debe pasar de fuego alto a fuego bajo, respectivamente.

Es por ello que se realizó un sólo modelo y se simularon las dos situaciones mediante escenarios, siendo el escenario Receta 1 la planteada por el estudiante y Receta 2, la planteada por el profesor.

Las ecuaciones empleadas en el escenario 1 se presentan a continuación.

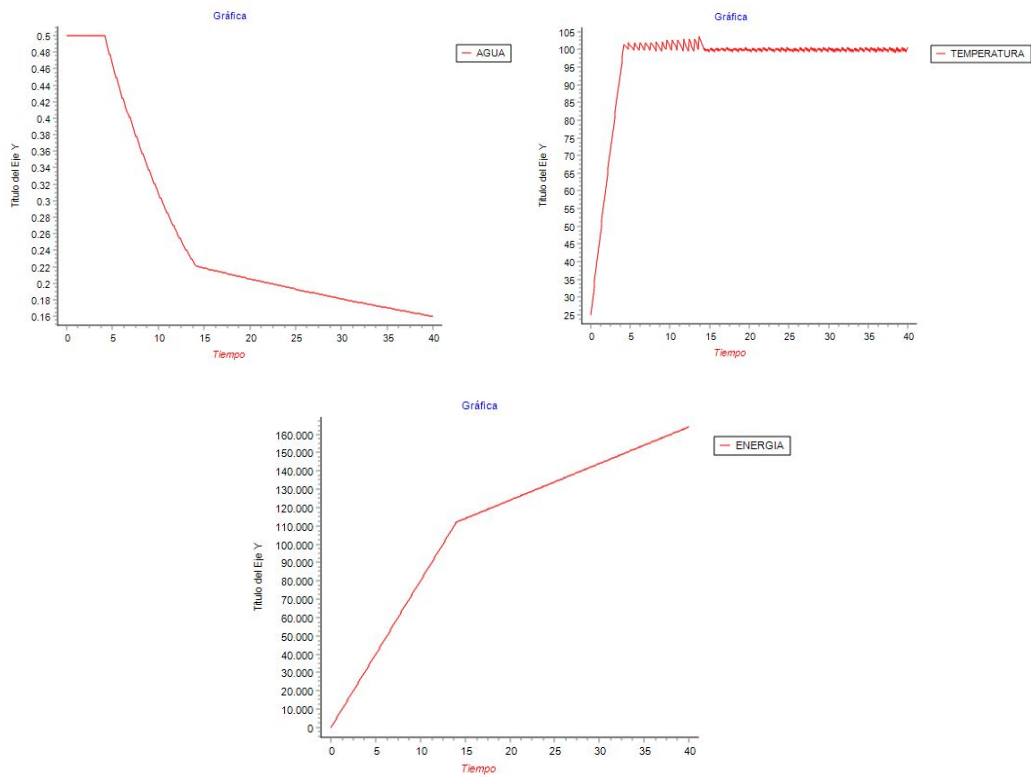
	AGUA
	= 0.5
	AREA
	= 0.12
	C
	= 816
	CALENTAMIENTO
	= IF(TEMPERATURA<100,dQ/(masa*C),0)
	COEF_INTER_Q
	= 15
	CONDENSACIÓN
	= IF(TEMPERATURA<100,0,(IF(T<T_TAPAR_OLLA,0,t_cond*T_EVAP*AGUA)))
	Coef_evap
	= 0.8
	DIF_TEMP
	= TEMP_AMB-TEMPERATURA
	ENERGIA
	= 0
	ENFRIAMIENTO
	= -k*DIF_TEMP
	EVAPORACION
	= IF(TEMPERATURA<100,0,T_EVAP*AGUA)
	FUEGO_ALTO
	= 8000
	FUEGO_BAJO
	= 2000

<input checked="" type="checkbox"/>	TEMPERATURA
	= 25
<hr/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	TEMP_AMB
	= 25
<hr/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	T_BAJAR_FUEGO
	= 14
<hr/>	
<input type="checkbox"/>	T_EVAP
	= Coef_evap*AREA
<hr/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	T_TAPAR_OLLA
	= 14
<hr/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	dEnergia
	= dQ
<hr/>	
<input type="checkbox"/>	dQ
	= IF(T<T_BAJAR_FUEGO,FUEGO_ALTO,FUEGO_BAJO)
<hr/>	
<input type="checkbox"/>	k
	= (COEF_INTER_Q+AREA)/(masa*C)
<hr/>	
<input type="checkbox"/>	masa
	= AGUA
<hr/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	t_cond
	= 0.7

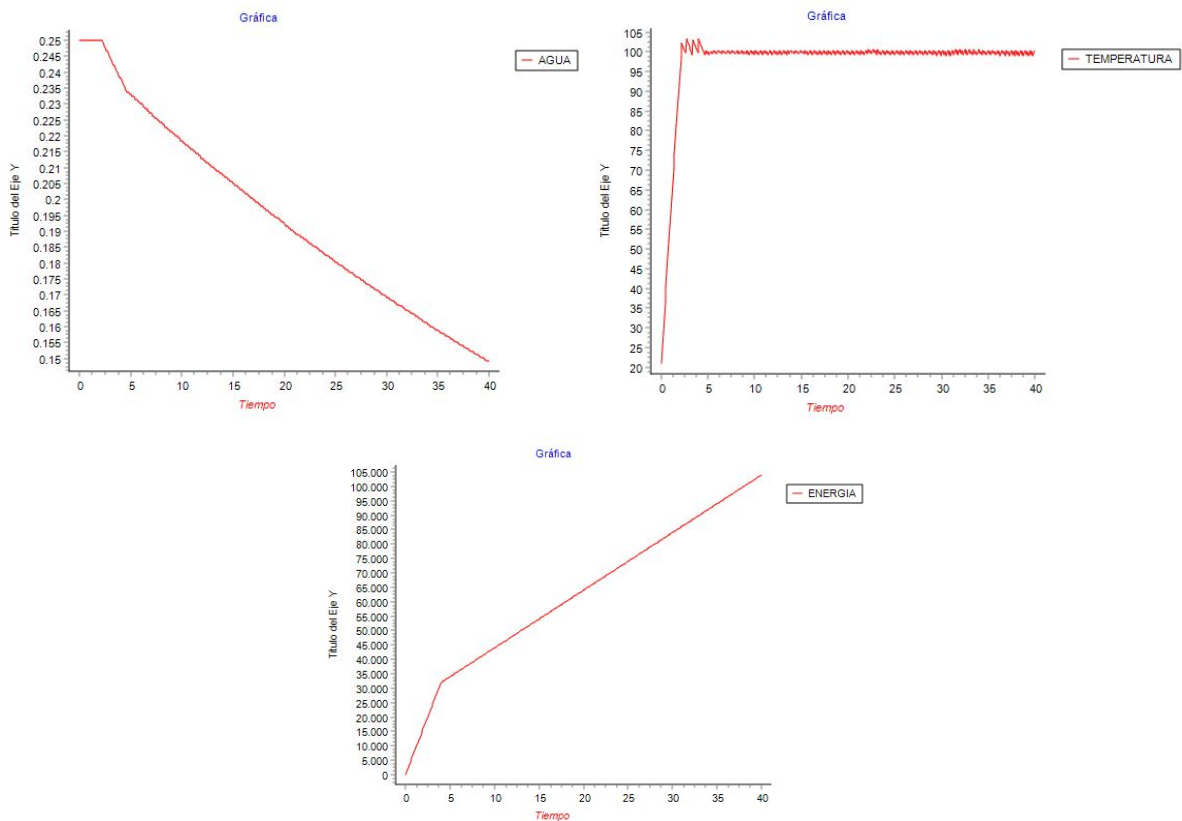
El segundo escenario utiliza las mismas ecuaciones, salvo por las variables T_TAPAR_OLLA, que vale 0 min, T_BAJAR_FUEGO, que vale 4 min y AGUA, que vale 250 ml.

RESULTADOS

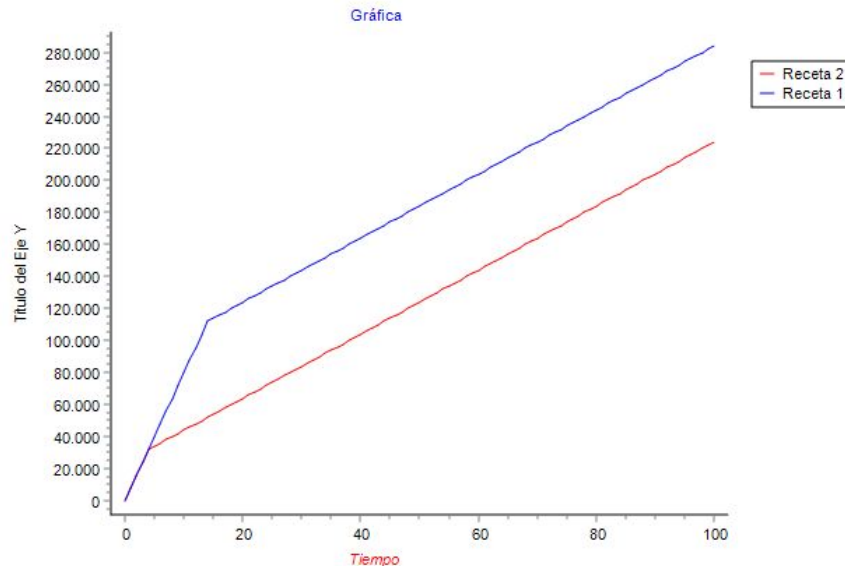
Realizando la simulación del primer escenario, se obtuvo la siguiente gráfica:



Realizando la simulación del segundo escenario, se obtuvo la siguiente gráfica:



Es evidente que se gasta menos energía con la Receta 2.



Durante la mayor parte del proceso se consume un 30% menos de energía con la receta 2. Cabe resaltar que en el experimento se gastó más tiempo en la receta 2, pero durante la simulación, el tiempo de evaporación es aproximadamente el mismo para ambos escenarios. Sin embargo, el consumo de energía es considerablemente menor, por lo que se aconseja seguir con los experimentos y medir los valores reales de ser posible.

CONCLUSIÓN

Se comprobó satisfactoriamente que es posible minimizar el consumo de energía en el proceso de cocción del arroz blanco, que se da en la mayoría de los hogares colombianos todos los días. Puesto que la receta 1 es tradicional, es de esperar que la mayor parte de estos hogares está empleando más energía de la necesaria, y, por tanto, generando un gasto enorme que perjudica la economía y el medio ambiente.

Sin embargo, el tiempo empleado para la cocción no es congruente entre el experimento y la simulación. Es aconsejado para futuros estudios tomar medidas más precisas durante el experimento de ser posible y experimentar con variaciones de esta receta para disminuir el tiempo total cocción.

REFERENCIAS

- 1 “Ley del enfriamiento de Newton”
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/otros/enfriamiento/enfriamiento.htm#Ley%20del%20enfriamiento%20de%20Newton>. Fecha de acceso 15 ago.. 2019
- 2 “Evaporation from Water Surface”
https://www.engineeringtoolbox.com/evaporation-water-surface-d_690.html. Fecha de acceso 15 ago.. 2019.
- 3 “Water - Heat of Vaporization”
https://www.engineeringtoolbox.com/water-properties-d_1573.html. Fecha de acceso 15 ago.. 2019.