

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey



Evidencia 4. Artículo de investigación PBL4

Análisis de métodos de razonamiento e incertidumbre (Gpo 201)

Docente: Dr. Daniel Otero Fadul

Diego Armando Mijares Ledezma - **A01722421**

Pedro Soto Juárez - **A00837560**

Alexei Carrillo Acosta - **A01285424**

Marcos Renato Aquino Garcia - **A00835576**

Mauricio Octavio Valencia Gonzalez - **A01234397**

20 de octubre de 2024

Problematización

La diabetes es una de las enfermedades que a más personas afecta en el mundo. Según la OPS (2024) “Se estima que 62 millones de personas en las Américas viven con Diabetes Mellitus (DM) tipo 2.” Más preocupante aún es que se estima que entre el 30-40% de las personas con diabetes están sin diagnosticar, es por esto que es importante desarrollar nuevas formas de diagnosticar esta enfermedad, lo más rápido y simple posible (Organización Panamericana de la Salud, 2024).

El doctor Caro (2020) señala que la diabetes puede pasar desapercibida en las etapas iniciales de la enfermedad, pero algunas personas pueden pasar incluso hasta 10 años sin ser diagnosticadas: “...puede repercutir en su estado de salud, ya que los elevados niveles de glucosa en sangre pueden dar lugar a una serie de complicaciones importantes en diferentes órganos,” afirma el doctor Caro. Es importante señalar que al menos en el caso de la diabetes tipo II, es tratada y controlada principalmente con medidas higiénico-dietéticas, por lo que se debe diagnosticar la enfermedad en cada caso, lo más pronto posible, para que la calidad de vida del paciente no sufra a raíz de la enfermedad (Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social & Fariña, 2020).

En esta actividad, la problematización se enfoca en el consumo de alimentos según su índice glucémico, el cual mide la rapidez con la que un alimento eleva los niveles de glucosa en sangre. Consumir alimentos con un índice glucémico elevado puede contribuir al desarrollo de diabetes tipo II o complicar su manejo en personas ya diagnosticadas (Atkinson, Foster-Powell, & Brand-Miller, 2008). Por lo tanto, es crucial educar a la población sobre la importancia de elegir alimentos que favorezcan el control glucémico, como parte de una estrategia integral para prevenir y controlar la diabetes, mejorando así la calidad de vida y reduciendo las complicaciones a largo plazo.

Enfoque

Esta semana, se desarrolló un sistema de recomendación alimentaria utilizando la red bayesiana creada en PBL 2, con el fin de ayudar a los usuarios a seleccionar alimentos según su índice glucémico (IG). Los alimentos serán clasificados en tres categorías: bajo (<55), medio ($55-69$) y alto (≥ 70). Para modelar las decisiones alimentarias, se implementará un nodo de

decisión con opciones correspondientes a estas categorías y un nodo de utilidad que refleja la tabla de utilidades proporcionada en la actividad. La estrategia se centra en maximizar la utilidad esperada, de acuerdo a la probabilidad de que la persona sea o no diabética y a la utilidad que tiene elegir cada tipo de dieta, optimizando así la elección alimentaria en función de las condiciones de salud y los posibles efectos en el bienestar.

Propósito

El propósito de esta actividad es expandir el trabajo realizado en PBL 2, donde se elaboró un modelo de red bayesiana para diagnosticar diabetes mediante datos clínicos. Este modelo no solo identifica la presencia de la enfermedad, sino que también analiza las interacciones entre diversos factores de riesgo. En esta fase, el objetivo es aplicar esos conocimientos para guiar a los usuarios en la selección de alimentos con base en su índice glucémico, contribuyendo a una mejor gestión de su salud.

Información

El nuevo código anexado al final del código de PBL 2, consiste de lo siguiente: Para llevar a cabo esta selección, se incorporarán un nodo de decisión y un nodo de utilidad a la red bayesiana. En el nodo de decisión, se definirán tres acciones: elegir un alimento de bajo IG, un alimento de IG medio o un alimento de alto IG. En cuanto al nodo de utilidad, se utilizará la siguiente tabla de utilidad proporcionada por la actividad, que refleja el impacto de las decisiones sobre la salud del individuo, específicamente en relación con la diabetes.

Diabetes	Food	Utilidad
0	Low GI	60
0	Medium GI	100
0	High GI	80
1	Low GI	100
1	Medium GI	50
1	High GI	0

Tabla de utilidades por estado y acción

El funcionamiento técnico del reporte se sigue de mejor manera con la elaboración del código, que va como sigue. Primero, se define el conjunto de acciones que representan las posibles opciones dietéticas según el IG: Low GI, Medium GI y High GI. Además, se definen los estados del nodo Outcome; cómo ya se sabe de la actividad PBL 2, un 0 representa la ausencia de diabetes y 1 la presencia de la misma. Este conjunto de acciones y estados es la base sobre la que se calcularán las utilidades y se decidirá la mejor opción para el paciente.

Siguiente, se elabora la función de utilidad. La función *utility_function* se encarga de calcular la utilidad de cada acción en función del estado del paciente (si tiene o no diabetes). Esta función utiliza la tabla de utilidades predefinida, que asigna diferentes valores según la combinación del estado de salud y la acción escogida. Las utilidades representan la conveniencia de elegir un tipo de alimento según el IG, y varían dependiendo del estado de salud del paciente.

Después, se elabora la función *maximize_utility*, que busca la acción que maximice la utilidad esperada. Esta función recibe las probabilidades de que el paciente esté en uno u otro estado (las probabilidades de tener diabetes o no que se consiguieron por caso en el PBL 2) y calcula la utilidad esperada de cada acción. Para cada acción, se multiplica la probabilidad del estado por la utilidad correspondiente y se suman los resultados de ambos estados. La acción que genere la mayor utilidad esperada es la recomendada.

Finalmente, inician los casos ejemplares. El código incluye ejemplos de pacientes con distintos perfiles de salud (como una mujer embarazada con diabetes gestacional, una persona con prediabetes, un atleta joven, etc.). Son los mismos casos que se elaboraron para el PBL 2. En cada caso, se ejecuta la función *maximize_utility* con las probabilidades correspondientes al nodo Outcome de dicho caso, para determinar la mejor dieta según el índice glucémico. Por ejemplo, para una mujer embarazada con diabetes gestacional, se le asignan las probabilidades de 0.28622 para no tener diabetes y 0.71378 para tener diabetes (que ya se habían conseguido en el PBL 2). Luego, la función *maximize_utility* selecciona la mejor opción dietética basándose en estas probabilidades.

El código también contempla los demás casos adicionales que se crearon anteriormente, como el de una persona con prediabetes, un atleta joven, y un adolescente con resistencia a la insulina. Al final, se prueban algunos casos extremos para validar el comportamiento del algoritmo en situaciones inusuales, como cuando se introducen probabilidades fuera de lo común

(e.g., [2, -1]). En fin, es observable como este código implementa un modelo de decisión basado en la teoría de la utilidad esperada para ayudar a personas a escoger una dieta óptima según su índice glucémico, con la finalidad de manejar mejor su salud y evitar complicaciones de la diabetes.

Resultados

Se pueden observar los distintos casos evaluados. Desde adolescentes saludables, a personas mayores, los resultados son los siguientes. Cabe mencionar que en esta sección simplemente se presentan los resultados, y en la siguiente sección de *conclusión* se hacen las inferencias (o bien, el análisis). Primero, se presentan los resultados del caso de una mujer embarazada.

Case	Action Evaluated	Utilities	Summed utility per action
Pregnant woman in her late 20s with gestational diabetes (high BMI, high Insulin, high Glucose)	Low GI	17.17 (<i>state 0</i>)	88.55
		71.378 (<i>state 1</i>)	
	Medium GI	28.62 (<i>state 0</i>)	64.31
		35.68 (<i>state 1</i>)	
	High GI	22.89 (<i>state 0</i>)	22.89
		0 (<i>state 1</i>)	

Evidentemente, la mejor acción para este caso es la de un consumo de Low GI, por tener una mayor utilidad, siguiente, los demás casos. Se evalúa ahora el caso de una persona de edad media con pre diabetes.

Case	Action Evaluated	Utilities	Summed utility per action
Middle-aged person with pre-diabetes (high Glucose,	Low GI	37.42 (<i>state 0</i>)	75.04
		37.62 (<i>state 1</i>)	

medium BMI, and slightly high Blood Pressure)	Medium GI	62.37 (<i>state 0</i>)	81.18
		18.81 (<i>state 1</i>)	
	High GI	49.90 (<i>state 0</i>)	22.89
		0 (<i>state 1</i>)	

La mejor acción para este caso es la de un consumo de alimentos Medium GI, ya que regresa la mayor utilidad. Se observa ahora el caso de un atleta joven.

Case	Action Evaluated	Utilities	Summed utility per action
Young athlete (low BMI, low Blood Pressure, low Insulin, high Skin Thickness)	Low GI	52.68 (<i>state 0</i>)	64.87
		12.19 (<i>state 1</i>)	
	Medium GI	87.80 (<i>state 0</i>)	93.90
		6.09 (<i>state 1</i>)	
	High GI	70.24 (<i>state 0</i>)	70.24
		0 (<i>state 1</i>)	

Para este caso, es observable que nuevamente la mejor acción es de un consumo concorde a un Medium GI. Siguiente, el caso de un adolescente con resistencia a la insulina.

Case	Action Evaluated	Utilities	Summed utility per action
Teenager with insulin resistance (high BMI, high Insulin, normal Glucose, young age)	Low GI	42.05 (<i>state 0</i>)	71.96
		29.90 (<i>state 1</i>)	
	Medium GI	70.09 (<i>state 0</i>)	85.04
		14.95 (<i>state 1</i>)	
	High GI	56.07 (<i>state 0</i>)	56.07
		0 (<i>state 1</i>)	

Se empieza a notar un patrón, en el que se nota que en la mayoría de los casos la recomendación (mayor utilidad) es de Medium GI. Por ello, se intenta crear un caso que recomiende High GI. Se asignan probabilidades de 200% al no tener diabetes, y -100% al sí tenerlo.

Case	Action Evaluated	Utilities	Summed utility per action
Trying to create a random case in which the best option is High GI (200% chance no diabetes, -100% chance diabetes)	Low GI	120 (<i>state 0</i>)	20
		-100 (<i>state 1</i>)	
	Medium GI	200 (<i>state 0</i>)	150
		-50 (<i>state 1</i>)	
	High GI	160 (<i>state 0</i>)	160
		0 (<i>state 1</i>)	

Apenas creando un caso ficticio donde la probabilidad de diabetes es de -100% y la probabilidad de no tener diabetes es 200%, se puede lograr que la mayor utilidad sea para High GI, encima por solo 10 unidades de utilidad que de Medium GI. Siguiente, se evalúa el caso sencillo de simplemente no tener diabetes.

Case	Action Evaluated	Utilities	Summed utility per action
No diabetes	Low GI	60 (<i>state 0</i>)	60
		0 (<i>state 1</i>)	
	Medium GI	100 (<i>state 0</i>)	100
		0 (<i>state 1</i>)	
	High GI	80 (<i>state 0</i>)	80

		0 (<i>state 1</i>)	
--	--	----------------------	--

Si se regresa a un caso básico, el simplemente no tener diabetes regresa una mayor utilidad de Medium GI, por lo que se puede comprender de mejor manera la tendencia hacia aquella recomendación en casos anteriores. Ahora, para el caso de tener diabetes:

Case	Action Evaluated	Utilities	Summed utility per action
Diabetes	Low GI	0 (<i>state 0</i>)	100
		100 (<i>state 1</i>)	
	Medium GI	0 (<i>state 0</i>)	50
		50 (<i>state 1</i>)	
	High GI	0 (<i>state 0</i>)	0
		0 (<i>state 1</i>)	

Se observa que la acción que regresa mayor utilidad es un consumo de Low GI, lo que tiene sentido para alguien con diabetes. Ahora sí, en la conclusión se infiere de manera más detallada los resultados de los casos, su significancia, entre otros pensamientos relevantes.

Conclusiones

A lo largo de los diferentes casos evaluados, se observan patrones consistentes que revelan la relación entre el GI y el estado de salud de los pacientes, sobre todo en función de sus condiciones iniciales, como la presencia de diabetes, prediabetes o resistencia a la insulina. Los resultados muestran que, en general, una dieta Low GI tiende a ser la mejor opción para los pacientes que enfrentan un mayor riesgo de complicaciones derivadas de altos niveles de glucosa o insulina, mientras que dietas de Medium GI e High GI generan menor utilidad esperada y no son recomendables en dichos contextos.

Para la mujer embarazada con diabetes gestacional, los resultados demuestran que la mejor acción es seguir una dieta de Low GI, con una utilidad esperada significativamente mayor

en comparación con otras alternativas, especialmente en el estado evaluado "1" (presencia de diabetes). Esto sugiere que, dado su perfil clínico, es clave controlar los picos glucémicos, ya que una dieta de alto o medio GI podría ser perjudicial en su estado, resultando en una baja o nula utilidad. Algo similar aplica para el adolescente con resistencia a la insulina, donde la dieta de Medium GI ofrece la mejor ventaja, pero aún así se observa que el Low GI proporciona una utilidad muy cercana a la de Medium GI. Se puede inferir que si empeora la situación del adolescente, la utilidad cambiaría a ser mayor para Low GI.

En el caso del adulto de mediana edad con prediabetes, el comportamiento de la dieta con Medium GI es interesante, ya que arroja la mayor utilidad esperada, superando a las otras dos opciones (Low y High GI). Esto indica que este tipo de paciente podría beneficiarse de una dieta con moderado contenido glucémico, pero manteniendo una tendencia general hacia el control. Sin embargo, en casos más severos, como la diabetes establecida, la utilidad máxima vuelve a estar asociada con dietas de Low GI.

El único escenario donde una dieta de High GI genera la mayor utilidad se encuentra en el caso artificial diseñado para probar esta hipótesis, donde se manipulan las probabilidades de diabetes y no-diabetes para que una dieta de alto GI se vea como la mejor opción. Esto confirma que, bajo condiciones normales de salud, el High GI raramente es una elección óptima y sólo en contextos extremadamente atípicos o simulados podría ser preferible.

En los casos de diabetes declarada (Outcome = 1), los resultados son consistentes: el Low GI es el enfoque más beneficioso, proporcionando utilidades máximas en comparación con Medium GI o High, los cuales resultan en utilidades nulas o muy bajas. Mientras que para el resultado opuesto de no diabetes (Outcome = 0) la mejor opción es una dieta moderada; Medium GI. Estos resultados son clave para resaltar la validez y sentido común de los resultados de los casos analizados.

En resumen, los resultados del análisis refuerzan la idea de que las dietas de Low GI son las más beneficiosas en un rango amplio de perfiles clínicos relacionados con el metabolismo de la glucosa. Si bien, dietas de Medium GI pueden ofrecer ventajas puntuales en individuos sin condiciones diabéticas o con prediabetes, los pacientes con diabetes o resistencia a la insulina deben priorizar estrategias que minimicen el impacto glucémico. Así mismo, el estudio confirma que una dieta de High GI, salvo en condiciones extraordinarias, no es recomendable para ninguna de las poblaciones evaluadas. Estas conclusiones permiten sugerir intervenciones

dietéticas personalizadas basadas en el perfil metabólico de distintos pacientes, priorizando siempre la minimización del riesgo asociado a las fluctuaciones glucémicas.

Referencias

Atkinson, F. S., Foster-Powell, K., & Brand-Miller, J. C. (2008). International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. *Diabetes Care*, 31(12), 2281–2283.

<https://doi.org/10.2337/dc08-1239>

Caro, J. (2023, May 12). *¿Es asintomática la diabetes tipo 2? - Vithas*. Vithas.

<https://vithas.es/consejo/diagnostico-tardio-de-la-diabetes-tipo-2-por-ser-asintomatica/>

Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, & Fariña, F. (2020, November 14). *La diabetes puede cursar de forma asintomática*. Ministerio De Salud Pública Y Bienestar Social - Paraguay.

<https://www.mspbs.gov.py/portal/22134/la-diabetes-puede-cursar-de-forma-asintomatica.html>

Organización Panamericana de la Salud. (2024, September 3). *Diabetes*. OPS/OMS |

Organización Panamericana De La Salud. <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>