

Diagnóstico de Diabetes - Arquitectura

Parámetros

Se han seleccionado una serie de parámetros que, tras investigar sobre el diagnóstico de diabetes, hemos considerado como parámetros de interés. Se nombran a continuación por cada parámetro, el nombre de dicho relacionado con la diabetes, la pregunta que irá asociada a dicho parámetro (preguntas que se harán a la hora de hacer el cuestionario al paciente para hacer el diagnóstico), y las posibles respuestas que se esperan.

Estas respuestas están acotadas, ya que muchos de los parámetros que seleccionamos son continuos, y se ven reflejados en la columna "Rango". Así, si por ejemplo un hombre responde a la pregunta de cuál es su sexo, el número asociado a este parámetro sería el 0.

Medición	Pregunta	Rango
Sexo	¿Cual es tu sexo?	0 → Hombre 1 → Mujer
Edad	¿Cuál es tu edad?	0 → niño: 0 - 19 años 1 → joven: 20 - 39 años 2 → adulto: 40 - 64 años 3 → 65+
Altura (cm)	¿Cuál es tu altura en centímetros?	FLOAT
Peso (kg)	¿Cuál es tu peso en kilogramos?	FLOAT
Índice de Masa Corporal (IMC)	NO HAY PREGUNTA, se calcula en el código	0 → BajoPeso/Normal: <25; 1 → Sobrepeso: 25 - 29.9; 2 → Obesidad: +30
Número de embarazos	¿Cuántos embarazos has tenido?	0 → 0 embarazos 1 → de 1 a 3 embarazos 2 → 4+ embarazos
Medicamentos	¿Has tomado con frecuencia alguno de estos medicamentos? - Glucocorticoides (GCs) (prednisona, prednisolona y metilprednisolona) - Antipsicóticos (AP) (clorpromazina, haloperidol, clozapina, olanzapina, risperidona, quetiapina)	0 → No tomé ninguno 1 → Sí, tomé 1 2 → Sí, tomé dos o más

	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Antirretrovirales</u> (TAR) <ul style="list-style-type: none"> • Inhibidores de la retrotranscriptasa análogos de nucleósido (NRTIs) (<i>zidovudina, estavudina, didanosina, lamivudina, abacavir, tenofovir, emtricitabina</i>). • Inhibidores de la retrotranscriptasa no análogos de nucleósido (NNRTIs) (<i>efavirenz, nevirapina, etravirina, rilpivirina, doravirina</i>). • Inhibidores de la proteasa (PIs) (<i>indinavir, ritonavir, nelfinavir, lopinavir/ritonavir, atazanavir/ritonavir, darunavir/ritonavir</i>). • Inhibidores de transferencia de la cadena de integrasa (INSTIs) (<i>raltegravir, dolutegravir, elvitegravir, bictegravir</i>). - <u>Inhibidores de los puntos de control inmunitarios</u> (ICIs) <ul style="list-style-type: none"> • inhibidores del antígeno 4 asociado a linfocitos T citotóxicos (anti CTLA-4) (<i>Ipilimumab</i>). • inhibidores de la molécula de muerte programada 1 (anti PD-1) (<i>pembrolizumab, nivolumab</i>). • inhibidores del ligando de la molécula de muerte 	
--	--	--

	programada 1 (anti PDL-1) (<i>atezolizumab, avelumab, durvalumab</i>).	
Enfermedades del páncreas	¿Has padecido alguna enfermedad relacionada con el páncreas?	0 → No 1 → Sí
Lesión grave del páncreas	¿Has sufrido alguna lesión grave en el páncreas?	0 → No 1 → Sí
Enfermedades relacionadas (QUE SON CONSECUENCIA DE LA DIABETES)	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Hipertensión</u> (habría que medir la tensión) • <u>Retinopatía</u> diabética (visión borrosa, cuerpos flotantes en la vista, zonas de visión oscura y, en general, pérdida de capacidad visual) • <u>Patologías cardiovasculares</u> • <u>Apnea del sueño</u> • <u>Afecciones de la piel</u> (Acantosis nigricans o acantosis pigmentaria, Dermopatía diabética, Necrobiosis lipoídica, Bulosis diabética, Xantomatosis eruptiva, Infecciones cutáneas) 	0 → No tomé ninguno 1 → Sí, tomé 1 2 → Sí, tomé dos o más
Antecedentes familiares	¿Tienes antecedentes de diabetes en tu árbol genealógico?	0 → No 1 → Sí, pero no es ninguno de mis padres 2 → Sí, y es alguno de mis padres
Veces que se va al baño	¿Con qué frecuencia sientes la necesidad de orinar?	0 → Con poca frecuencia 1 → Con una frecuencia normal 2 → Con alta frecuencia
Sed	¿Con qué frecuencia sientes sed?	0 → Con poca frecuencia 1 → Con una frecuencia normal 2 → Con alta frecuencia
Hambre	¿Con qué frecuencia sientes hambre?	0 → Con poca frecuencia 1 → Con una frecuencia normal 2 → Con alta frecuencia
Fatiga	¿Con qué frecuencia experimentas fatiga?	0 → Con poca frecuencia 1 → Con una frecuencia normal 2 → Con alta frecuencia

Pérdida de peso inexplicada	¿Has perdido mucho peso sin razón aparente?	0 → No 1 → Sí
Presión arterial	¿Cuál es tu presión arterial en la medición realizada?	0 → Normal: <120/80 mmHg 1 → Hipertensión: ≥130/80 mmHg
Nivel de glucosa en sangre	¿Cuál es tu nivel de glucosa en sangre en la medición realizada?	0 → Normal: 70-99 mg/dL en ayunas 1 → Prediabetes: 100-125 mg/dL 2 → Diabetes: ≥126 mg/dL

Redes Bayesianas

Nuestra implementación del diagnóstico de la diabetes se basa en dos redes bayesianas. En ambas, se muestran a la izquierda las causas que influyen en el riesgo de poder padecer diabetes, y a la derecha síntomas comunes que podría padecer un paciente con esta enfermedad. En el medio y como nexo, encontraríamos el nodo de Diabetes.

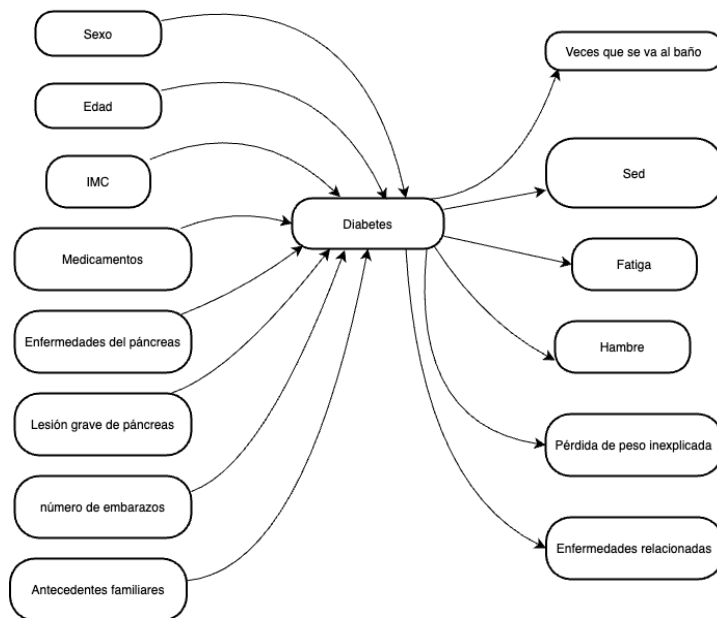
Por una parte, las causas son parámetros que aumentan la probabilidad de padecer diabetes (un IMC alto, la edad, etc.), mientras que los síntomas son manifestaciones que están presentes en aquellas personas con esta enfermedad (como la frecuencia de orinar o la pérdida de peso inexplicada, que aumenta en personas diabéticas). Las flechas que apuntan a "Diabetes" son factores que influyen en la probabilidad de tener diabetes. Por otra parte, las flechas que salen de "Diabetes" son síntomas que una vez se tiene la enfermedad, podrían manifestarse.

La **primera Red Bayesiana** ofrece un modelo básico de diagnóstico en el que, si los resultados indican una muy baja probabilidad de padecer diabetes, termina el diagnóstico. Esta red contiene los nodos de aquellos parámetros que forman parte de un cuestionario básico o inicial que responde el paciente que quiere saber si tiene diabetes. Es decir, son respuestas a preguntas sobre parámetros que conoce (como su edad, peso y altura) o sobre posibles síntomas (si se cansa con facilidad o tiene sed de manera frecuente). En resumen, el paciente podría responder a estas preguntas desde su casa y hacer un primer estudio sin necesidad de hacer mediciones médicas específicas.

Si los resultados de la inferencia con la primera Red Bayesiana mostrasen una probabilidad considerable de poder padecer diabetes, se pasaría a implementar la **segunda Red Bayesiana**, que añadiría dos nodos con dos resultados clínicos de gran importancia (la presión arterial y los niveles de azúcar en sangre), así como sus relaciones con el resto de nodos de la primera Red Bayesiana.

Esto, en el mundo real, sería el equivalente a que el médico mandase al paciente a hacerse pruebas clínicas tras detectar una posible diabetes en base al cuestionario inicial. Por lo que, además de las causas y síntomas anteriores, se añaden los resultados clínicos de presión arterial y nivel de glucosa en sangre, lo que permitiría tener un diagnóstico más claro.

Red Bayesiana 1:



Red Bayesiana 2:

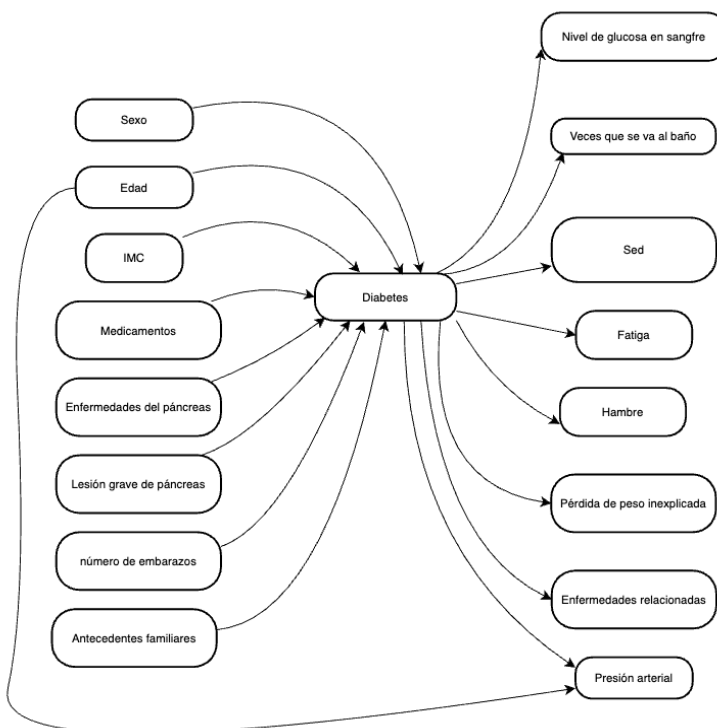
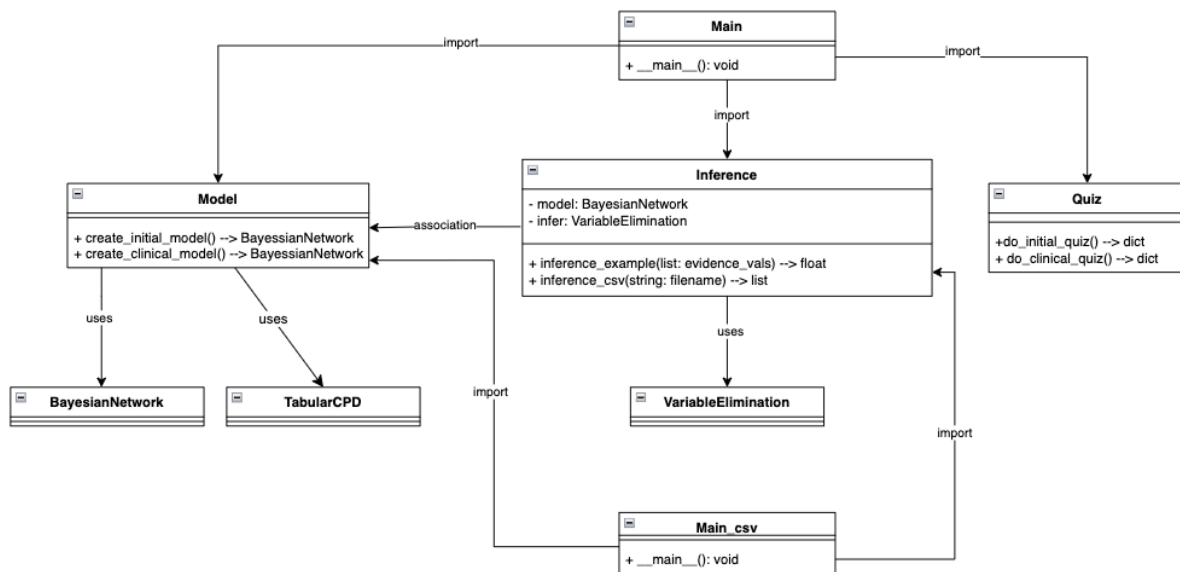


Diagrama de Clases



En este diagrama, se representan todas las clases del programa de diagnóstico de diabetes. Hay que destacar por qué hay dos Main (el Main_csv y el Main). Y es que el Main_csv servirá especialmente para hacer pruebas, ya que acepta un fichero de datos .csv. Esto será útil a la hora de enviar al modelo una batería de síntomas para comprobar que, efectivamente, la inferencia se esté haciendo de manera correcta. Por otro lado, el Main se utilizará para iniciar el programa que haga el cuestionario al paciente, y que a partir de ello pueda realizar la inferencia y determinar si padece o no diabetes.

Main es el controlador principal que inicializa y coordina la ejecución de los distintos componentes del sistema de diagnóstico de diabetes para un paciente. Utiliza las clases Model, Inference y Quiz.

Main_csv es el controlador principal de las pruebas hechas a partir de un csv. En este caso, utilizará las clases Model e Inference (no será necesario importar Quiz en este caso, ya que se recogerán los resultados directamente del csv, y no de las respuestas de un paciente).

Model crea instancias de BayesianNetwork con ayuda de TabularCPD (ambas clases de la librería de pgmpy) para las distribuciones de probabilidades condicionadas de los parámetros relacionados con la diabetes. Esto lo hace a través de dos funciones, correspondientes con las dos redes bayesianas explicadas en el apartado anterior.

Es decir, la función `create_initial_model()` se correspondería con la creación de la red bayesiana que representa a la primera Red Bayesiana (la que no contiene resultados clínicos). Y la función `create_clinical_model()` sería la encargada de añadir los nodos y cpds faltantes para poder crear la segunda Red Bayesiana. Ambas, claramente, devuelven un objeto BayesianNetwork.

Inference es una clase que tiene como atributos el modelo (se asocia al modelo) y el objeto de clase `VariableElimination`, necesario para realizar inferencias. Las funciones de `Inference` tendrán como objetivo dar una probabilidad de tener diabetes dados todos los síntomas y parámetros.

La función de `inference_example(evidence_vals)` hace la inferencia sobre el caso del paciente. Es decir, es una función de inferencia para una única instancia. Toma como parámetro la lista de evidencias (es decir, de las respuestas del cuestionario), y con ello realiza una inferencia en base al modelo. Finalmente, devuelve la probabilidad de tener diabetes (en float). La función `inference_csv(filename)` hace la inferencia por cada una de las instancias en el fichero csv, y devuelve una lista con todos los valores de las probabilidades de cada instancia (una lista de floats).

Quiz es la clase encargada de lanzar los cuestionarios al usuario. El primero, con la función `do_initial_quiz()`, que almacena los resultados en un diccionario en el que las claves son los 16 parámetros y los valores el valor de cada uno de los parámetros en base a la respuesta del paciente (0, 1, 2, ...). En caso de ser necesario lanzarlo, el segundo cuestionario recolectaría las respuestas a los exámenes clínicos que se le hayan hecho al paciente; devolviendo de la misma forma un diccionario.

Diagrama de flujo



Para iniciar el programa tendremos dos opciones:

La primera será hacer un diagnóstico de diabetes a un paciente que llega con síntomas, ejecutando el **Main.py**. Para ello, primero se instancia una clase `Quiz` que usará su función `do_initial_quiz()` para recolectar las respuestas sobre los síntomas del paciente. Después, se instancia una clase `diabetesModel` con `create_initial_model()`; ya que aún estamos en la primera fase, la de los síntomas (y no la del estudio clínico).

Se pasaría entonces a instanciar `diabetesInference` y ejecutar `inference_example` con la lista de las respuestas del `do_initial_quiz()` como parámetro. Se imprimiría la probabilidad inicial de padecer diabetes y, si esta es menor que X (un valor de probabilidad que aún está por determinar, pero que sería un valor no muy alto pero que represente un riesgo de tener diabetes), no haría falta realizar el estudio clínico.

Si, por el contrario, la probabilidad ha resultado mayor a ese X , se ejecuta el `do_clinical_quiz()`. Se instancia un nuevo `diabetesInference` con `create_clinical_model()`, y se combinan las respuestas de ambos cuestionarios. A continuación, se ejecuta `inference_example` con la lista de las respuestas combinadas como parámetro de la función. Se imprime la probabilidad total de tener diabetes y se cierra el programa.

La segunda forma de iniciar el programa irá más orientada a la fase de pruebas, ya que se ejecutará desde el `main_csv.py`. Primero se haría una comprobación de si el número de atributos es el correspondiente a un modelo de tipo clínico o uno de síntomas. Dependiendo de ello, se instancia el `diabetesModel` con `create_initial_model()` o con `create_clinical_model()`. Posteriormente, se instancia `diabetesInference` con el modelo creado, y se ejecuta la función `inference_csv()` con el archivo csv como parámetro. Finalmente se añaden los resultados del diagnóstico al fichero y se cierra el programa.

Pruebas

El conjunto de pruebas presentado se centra en validar la correcta funcionalidad del modelo.

- Prueba para que te de que tienes diabetes.
 - Prueba para que te de que no tienes diabetes.
 - Pruebas con los principales síntomas.
 - Pruebas con las principales causas.
-
- Esta prueba evalúa a una persona joven, con IMC normal, sin antecedentes familiares de diabetes y sin síntomas de sed o hambre excesiva. **Se espera que el resultado de esta prueba sea negativo.**
 - Esta prueba evalúa a una persona adulta, con IMC normal, que realiza actividad física regularmente, sin antecedentes familiares y sin signos de fatiga o sed excesiva. **Se espera un resultado negativo.**
 - Esta prueba evalúa a una persona de 70 años, con peso adecuado, sin cambio de peso inexplicable, sin enfermedades pasadas y sin antecedentes familiares. **Se espera un resultado negativo.**
 - Esta prueba evalúa a un niño con un IMC bajo y sin antecedentes familiares de diabetes, sin síntomas de sed, fatiga ni cambios de peso inexplicables. **Se espera que el resultado de esta prueba sea negativo.**
 - Esta prueba evalúa a una persona con un IMC bajo y sin antecedentes familiares de diabetes, con dos embarazos, sin síntomas de sed, fatiga. **Se espera que el resultado de esta prueba sea negativo.**

- Esta prueba evalúa a una persona joven, IMC normal, pero con antecedentes familiares y con frecuencia alta en orinar, sed y hambre. Como el resultado de esto puede dar riesgo, se realizan a mayores unas pruebas clínicas que dan con nivel de glucosa en prediabetes y presión arterial normal. **Se espera que el resultado de esta prueba de positivo.**
- Esta prueba evalúa a una persona joven con IMC con sobrepeso y frecuencia a la hora de orinar y ningún síntoma más. El resultado no sería concluyente, por lo que se realizan unas pruebas clínicas, en las cuales los resultados son: glucosa con el rango prediabetes e hipertensión. **Con resultado dados en este análisis se espera que el resultado sea positivo.**
- Esta prueba evalúa a un adolescente que ha tenido pérdida de peso significativa sin razón aparente, con alta frecuencia va al baño y con frecuencia tiene sed. No presenta antecedentes familiares, pero debido a este síntoma, se realiza una evaluación clínica adicional, los resultados de esta prueba son: hipertensión y nivel de glucosa en sangre normal. **Se espera que el resultado de esta prueba habiendo hecho análisis adicionales de positivo.**
- Esta prueba evalúa a una persona que ha tomado medicamentos como glucocorticoides de forma regular, IMC en sobrepeso. Se realiza un análisis clínico para comprobar los valores de presión arterial y nivel en sangre de glucosa, para verificar si tiene diabetes partiendo de los síntomas dados. El resultado de estos análisis de hipertensión y nivel alto de glucosa en sangre. **Se espera que el resultado de esta prueba de positivo.**
- Esta prueba evalúa a una persona con pérdida de peso significativa sin razón aparente, frecuencia alta de orinar y sed frecuente. Se realiza a mayores unos análisis clínicos, que dan como resultados: nivel de glucosa elevado y presión arterial normal. **Se espera que esta prueba dé como resultado que el paciente tiene diabetes.**
- Esta prueba evalúa a una persona de 65 años o más, con antecedentes de enfermedades de páncreas, con enfermedades previas en el páncreas, con IMC con obesidad y antecedentes familiares. A mayores se hace un estudio clínico, que da como resultado un alto nivel de glucosa. **Se espera que esta prueba de como resultado que el paciente tiene un nivel alto de diabetes.**
- Esta prueba evalúa a una persona adulta, con antecedentes familiares, con IMC normal, que padece fatiga, con cambios de peso inexplicables, con bastante frecuencia y mucha sed. Se realiza un análisis clínico para ver los valores de presión arterial y nivel de glucosa en sangre. Estas pruebas dan alto nivel de glucosa en sangre y presión arterial normal. **Se espera que el resultado de esta prueba de positivo.**
- Esta prueba evalúa a una mujer adulta con IMC con sobrepeso, tres embarazos previos y sin antecedentes familiares. Se realizan unas pruebas clínicas adicionales, que dan como resultado: hipertensión y nivel elevado de glucosa en sangre. **Se espera que esta prueba de como resultado que el paciente tiene alto riesgo de diabetes.**
- Esta prueba evalúa a una persona adulta con antecedentes de diabetes en los padres y con frecuencia ganas de orinar. Se realiza un análisis clínico a mayores debido a que teniendo antecedentes tiene más riesgo de tener diabetes. Los resultados de esta prueba dan que el

paciente tiene un nivel alto de glucosa y presión arterial normal. **Se espera que esta prueba de como resultado que el paciente tiene diabetes.**

- Pruebas que, en un caso normal, cambien en la edad / sexo / enfermedades páncreas
 - Pruebas que, en un caso extremo, cambien en los niveles de glucosa en sangre
- + Probar tanto de manera individual como con un dataset