

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTA DE INGENIERA DE MINAS, GEOLOGIA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



**SISTEMA EXPERTO PARA LA DETECCIÓN DE ANEMIA FERROFÉNICA O
PERNICIOSA MEDIANTE SÍNTOMAS PRESENTES EN EL PACIENTE**

ASIGNATURA : SISTEMAS EXPERTOS
PROFESOR : ING. HUARANCCA ÑAUPARI, YONNY
INTEGRANTES :
CARBAJAL PAREJA, JHOUR CRISTONY
IGNACIO IBAÑEZ, JUAN

AYACUCHO-PERÚ

2023

Índice

1. Introducción	3
2. Problemática	4
3. Objetivos de la investigación.....	5
3.1 Objetivo general	5
3.2 Objetivo específico	5
4. Delimitación de la investigación	5
5. Marco teórico	5
5.1 Antecedentes	5
5.2 Bases Teóricas	6
5.2.1 Sistema Experto	6
5.2.2 Características de un SE	6
5.2.3 Elementos de un SE	8
6. Elaboración del proyecto.....	8
6.2 Hechos	10
6.3 Reglas	20
7. Presentación de resultados	27
8. Pruebas de funcionamiento del sistema experto	34
9. Discusión	43
10. Conclusión.....	44
11. Recomendación.....	45
12. Bibliografía.....	46

1. Introducción

La anemia, una condición de salud pública global, afecta a diversos grupos de población, incluyendo niños, mujeres embarazadas y adolescentes. En el Perú, la situación es aún más preocupante, con altas tasas de anemia, especialmente en la región de Ayacucho, debido a factores como la pobreza y la falta de acceso a atención médica de calidad. Esta problemática no solo impacta la salud física, sino que también tiene consecuencias en el desarrollo cognitivo y cerebral de los niños, así como en el bienestar de las mujeres embarazadas y sus bebés.

Para abordar este desafío, se busca desarrollar un sistema experto capaz de identificar la anemia y determinar su tipo, centrándose en las dos variantes más comunes en el Perú: la anemia ferropénica, relacionada con la deficiencia de hierro, y la anemia perniciosa, vinculada a la falta de vitamina B12. Este sistema podría desempeñar un papel crucial en la detección temprana y la atención adecuada de esta condición de salud, contribuyendo al bienestar de la población ayacuchana.

2. Problemática

La anemia es un grave problema de salud pública en todo el mundo, esta enfermedad, según cifras de la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization: WHO, 2019b), afecta alrededor del 20% de los niños menores a los 5 años, a un 37% de las mujeres embarazadas y a un 30% de las mujeres entre 15 a 49 años. Los adolescentes también es otro grupo que se ve afectado por este problema, ya que ellos al crecer necesitan de hierro y pueden ser más susceptibles a la deficiencia de hierro y padecer anemia.

En el Perú, según datos del Ministerio de Salud, hay un aproximado del 40.1% de niños menores a los 3 años que padecen de anemia, y alrededor del 29.6 % de mujeres gestantes padecen de anemia (Situación actual de la anemia - Contenido 1 | Anemia, s. f.).

Lo preocupante de esta situación es que, en la región de Ayacucho se observan una de las tasas más altas en niños menores a 3 años, pues se estima que el 45% de los niños menores a 3 años en la región de Ayacucho sufren de anemia, esto debido a varios factores en la cual podemos destacar: región con altos niveles de pobreza, alta tasa en desnutrición infantil, pocos recursos por parte de los padres para llevar el control de un niño en un centro de salud, la difícil accesibilidad a un servicio de salud y una mala infraestructura de salud en la región.

Según (Cayetano, 2023b) en el informe de diario el comercio, indica que estudios nacionales y extranjeros concluyen que un niño que no presenta anemia durante los 36 primeros meses de vida logrará un desarrollo cerebral apropiado; sin embargo, el coeficiente intelectual de los niños con anemia en su primer año disminuye en 5 puntos, pudiendo llegar a 10 puntos si es que no se trata a tiempo.

En el caso de las mujeres embarazadas, en el feto, la deficiencia de hierro puede tener consecuencias serias para el desarrollo del funcionamiento cerebral, aumenta la prevalencia del parto prematuro y la frecuencia del peso bajo al nacer, así como la mortalidad perinatal.

En vista a esta problemática es que se pretende desarrollar un sistema experto capaz de detectar si una persona cualquiera padece o tiene probabilidad de padecer anemia, y además identificar el tipo de anemia que es. Para lo cual se trabaja con los dos tipos

de anemias más comunes que se presentan en el Perú, la anemia ferropénica (a falta de hierro) y la anemia perniciosa (a falta de la vitamina B12).

3. Objetivos de la investigación

3.1 Objetivo general

Elaboración de un sistema experto que sea capaz de identificar si una persona tiene un tipo de anemia, entre ferropénica y perniciosa, además de brindar un tratamiento médico y recomendaciones alimenticias.

3.2 Objetivo específico

- Consultar diversas fuentes confiables para establecer la base de conocimiento del sistema experto.
- Definir los hechos del sistema experto
- Definir las reglas del sistema experto
- Usar prolog como motor de inferencias y java para la interfaz de usuario.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema experto.

4. Delimitación de la investigación

El proyecto se basa en la identificación de dos tipos de anemias más comunes: anemia ferropénica y perniciosa. Lo que se busca es identificar si una persona, dependiendo si pertenece una población vulnerable, tiene anemia; y en función a los resultados darle un tratamiento y recomendación alimenticia. La población con la que se trabaja es primera infancia, infancia, pubertad, adolescencia, mujer gestantes y mujer que da a lactar. Cualquier otro tipo de población y tipo de anemia fuera de lo mencionado no es investigado en el presente informe.

5. Marco teórico

5.1 Antecedentes

SISTEMA EXPERTO PARA ALERTAR Y BRINDAR ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO PARA LA ANEMIA EN NIÑOS DE LA PROVINCIA DE JAÉN

Mendoza Peralta, Jaime Anderson (2021)

El proyecto de titulación detalla a precisión la elaboración de un sistema experto capaz de diagnosticar si un niño menor a 11 años padece o no de anemia, para esto uso la metodología Buchanan, la cual permite mantener contacto directo con el profesional experto durante toda su etapa de implementación y elaboración.

Para desarrollar este sistema se usó reglas, las cuales fueron desarrolladas en la herramienta Android Studio haciendo uso de la librería Rule. Tales reglas están conformadas por los síntomas característicos de la anemia y por la edad del menor. Manifiesta que, “dicho sistema, ha sido validado por un médico especialista, haciendo uso de una encuesta, en el cual se obtuvo que este aplicativo móvil tiene un porcentaje de acierto del 90%, lo cual significa que será de mucha ayuda para que las personas puedan obtener una alerta sobre la presencia de esta enfermedad”.

“SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE UN CUADRO CLÍNICO DE ANEMIA EN EL PERÍODO DE GESTACIÓN, EN BASE A LA LÓGICA DIFUSA”

Sirpa Mamani, Gaby Luz (2021)

En este proyecto se presenta la elaboración de un sistema experto capaz de detectar si una mujer en periodo de gestación padece de anemia, además brinda el tratamiento que debe seguir para superar la anemia. Este sistema experto se desarrolló con el fin de aportar una solución a la problemática del alza de tasas de mujeres embarazadas con anemia y los riesgos que esta conlleva, sirviendo de soporte para una mejor toma de decisiones del ginecólogo. Para esto se usó la metodología Analítico – Descriptivo, y la metodología Investigación Científica. El sistema experto desarrollado cuenta con una precisión del 90%.

5.2 Bases Teóricas

5.2.1 Sistema Experto

Según (InnovaciónDigital & InnovaciónDigital, 2023), Un sistema experto nos permite emular el conocimiento de un experto utilizando reglas para imitar el razonamiento para la toma de decisiones en un campo específico, está compuesto por una base de conocimiento que almacena el conocimiento del experto. Para ello utiliza un motor de inferencia que procesa la información y aplica las reglas de razonamiento.

5.2.2 Características de un SE

- **Conocimiento experto**

El conocimiento experto es la base del sistema experto y se refiere al conjunto de reglas heurísticas, casos y principios que un experto humano (profesional) utiliza para resolver problemas en su dominio de experiencia. Este conocimiento debe ser adquirido y codificado de manera precisa en sistemas expertos para poder realizar inferencias y tomar decisiones

- **Adquisición del conocimiento**

Es el proceso de capturar y codificar el conocimiento experto en el sistema. Puede involucrar entrevista con el experto, análisis de documentos, revisión de casos y experiencias directa en el dominio. La adquisición de conocimiento es un proceso iterativo y continuo, ya que el sistema experto puede actualizarse y mejorarse con el tiempo.

- **Representación del conocimiento**

Nos referimos a cómo se estructura y organiza el conocimiento experto en el sistema. Puede hacerse mediante reglas de producción, redes semánticas, marcos, lógica difusa, entre otros. La selección de la representación del conocimiento del dominio y la forma en que el experto organiza su conocimiento para luego plasmarlo.

- **Inferencia y razonamiento**

El SE debe ser capaz de realizar inferencias y razonamientos a partir del conocimiento adquirido. Puede utilizar técnicas de razonamiento deductivo, inductivo o abductivo para llegar a conclusiones lógicas a partir de los datos de entrada y las reglas establecidas.

- **Mantenimiento y actualización**

Al ser un SE requiere mantenimiento y regular para asegurar su correcto funcionamiento, esto incluye la actualización del conocimiento experto, la incorporación de nuevos casos y la revisión de las reglas existentes. Además, es importante monitorear su rendimiento y corregir posibles errores o sesgos que puedan surgir.

5.2.3 Elementos de un SE

- **Base del conocimiento**

Se refiere a la colección de información y conocimiento estructurado, la base de conocimiento contiene reglas, hechos, relaciones y otros que representan el conocimiento de un experto en un dominio específico, se organiza de manera lógica y estructurada.

- **Motor de Inferencia**

Es el cerebro del sistema experto, también se le conoce como el control o interpretador de reglas. Se encarga de proveer al sistema la metodología que debe de usar para generar un proceso de razonamiento de información en bases del conocimiento.

- **Interfaz del usuario**

Es el componente que nos permite a los usuarios interactuar con el sistema y obtener resultados, teniendo como objetivo facilitar la comunicación entre el usuario y el sistema experto.

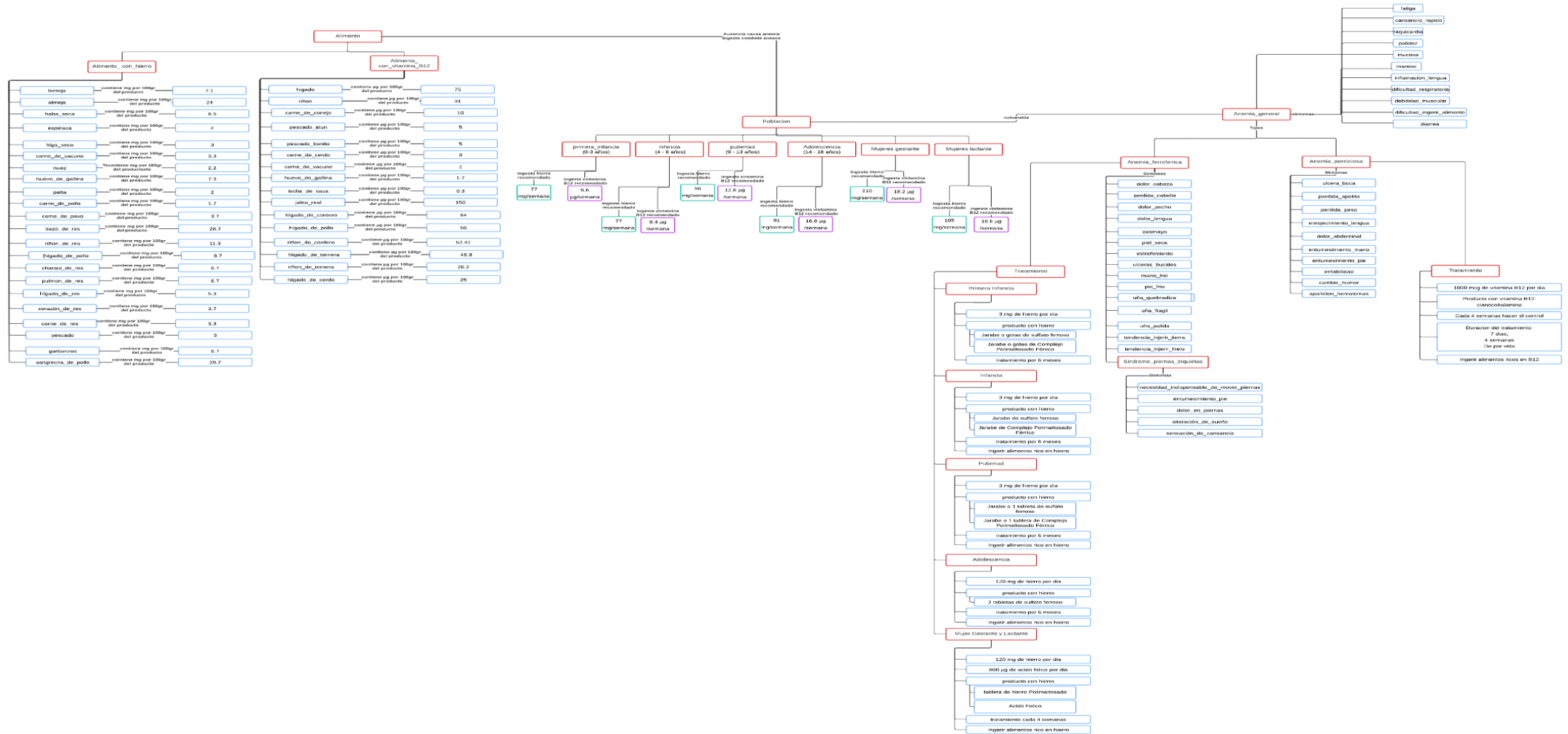
6. Elaboración del proyecto

6.1 Base de Conocimientos del SE

Mediante el siguiente diagrama se extrae los hechos y reglas de conocimiento que tendrá el sistema experto.

Figura 1

Modelamiento de la base de conocimiento sobre la anemia



Nota: Elaboración propia.

6.2 Hechos

En la tabla 1 se detalla los síntomas de una anemia en general, de la anemia ferropénica y de la anemia perniciosa. A partir de ellos se detalló los hechos:

Tabla 1

Similitudes y diferencias entre anemia ferropénica y perniciosa.

	Anemia Ferropénica (hierro)	Anemia Perniciosa (B12)
SIMILITUD	<ul style="list-style-type: none">• <u>Fatiga y cansancio rápido</u>• <u>Sensación de mareos</u> o vértigo, con ganas de vomitar• <u>Palidez de la piel.</u>• Dificultad para respirar• Latidos acelerados o taquicardia• Lengua inflamada• Debilidad muscular• Diarrea• Dificultad de ingerir alimentos	
DIFERENCIA	<ul style="list-style-type: none">- Pérdida de cabello- Dolor de pecho- Lengua dolorosa.- Desmayos- <u>Piel seca</u>- <u>Uñas pálidas, frágiles y quebradizas</u>- Sensación de frío en las manos y pies constantemente.- Dolor de cabeza frecuente- <u>Estreñimiento</u>- Úlceras bucales.- Antojos de comer hielo o tierra.	<ul style="list-style-type: none">- Úlceras en la boca- <u>Perdida de aptito y pérdida de peso</u>- Enrojecimiento de la lengua- Dolor abdominal- <u>Sensación de hormigueo en manos y pies</u>- Irritabilidad y cambios de humor- Aparición de hematomas.

Nota. Fuente: Información al 1 mayo de 2004, de “Anemias” por Salvador. (<https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-anemias-13061904>).

- **Síntoma anemia general:**
síntoma(fatiga).
síntoma(cansancio_rapido).
síntoma(taquicardia).

sintoma(palidez).
sintoma(mucosa).
sintoma(mareos).
sintoma(inflamacion_lengua).
sintoma(dificultad_respiratoria).
sintoma(debilidad_muscular).
sintoma(dificultad_ingerir_alimento).
sintoma(diarrea).

- **Síntoma anémico pernicioso:**

sintoma(ulcera_boca).
sintoma(perdida_apetito).
sintoma(perdida_peso).
sintoma(enrojecimiento_lengua).
sintoma(dolor_abdominal).
sintoma(entumescimiento_mano).
sintoma(entumescimiento_pie).
sintoma(irritabilidad).
sintoma(cambio_humor).
sintoma(aparicion_hematomas).

- **Síntoma anémico ferropénico:**

sintoma(dolor_cabeza).
sintoma(perdida_cabello).
sintoma(dolor_pecho).
sintoma(dolor_lengua).
sintoma(desmayo).
sintoma(piel_seca).
sintoma(estreñimiento).
sintoma(ulceras_bucles).
sintoma(mano_frio).
sintoma(pie_frio).

sintoma(uña_quebradiza).
sintoma(uña_fragil).
Sintoma(uña_palida).
sintoma(tendencia_injerir_tierra).
sintoma(tendencia_injerir_hielo).
sintoma(sindrome_de_piernas_inquietas).

- **Hechos basados en síndrome de piernas inquietas:** Según la investigación realizada por Miranda y Venegas (2001), en su investigación “Síndrome de piernas inquietas”, los síntomas que se presentan son los siguientes:

sintoma(necesidad_indispensable_de_mover_piernas).
sintoma(entumescimiento_pie).
sintoma(dolor_en_piernas).
sintoma(alteración_de_sueño).
sintoma(sensación_de_cansancio).

- **Hechos basados en tipos de la anemia:**

tipo_anemia(anemia_perniciosa).
tipo_anemia(anemia_ferrofénica).

- **Hechos basados en la población vulnerable a la anemia:**

A continuación, se detalla la población vulnerable ante la anemia ferrofénica, junto con la ingesta de hierro recomendada por día.

Tabla 2

Población vulnerable ante anemia ferrofénica

Requerimientos de hierro	Ingesta diaria de hierro recomendada (mg/día)	
	Mujeres	Hombres
Niños de 6 meses a 8 años	11	

Niños de 9 años a adolescentes de 13 años	8	
Adolescentes de 14 a 18 años	15	11
Gestantes	30	-
Mujeres que dan de lactar	15	-

Nota. Fuente: Información al 2017 de “Norma técnica – manejo terapéutico y preventivo de LA ANEMIA en niños, adolescentes, mujeres gestante y puérperas” de MINSA, p.33. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>

A continuación, se detalla la población vulnerable ante la anemia perniciosa, junto con la ingesta de hierro recomendada por día.

Tabla 3

Población vulnerable ante anemia perniciosa

	Edad	μg/día
Niños/as	1-3	0,9
	4-8	1,2
Hombres y mujeres	9-13	1,8
	14->70	2,4
Embarazada		2,6
Madres lactantes		2,8

Nota. Fuente: Información al 2023 de “Dieta: alimentos que destacan por su contenido en vitamina B12”, por Fistera. (<https://www.fistera.com/ayuda-en-consulta/dietas/alimentos-que-destacan-por-su-contenido-vitamina-b12/>)

A partir de las tablas, clasificaremos la población por sus edades:

La etapa de primera infancia va entre entre (0-3 años):

poblacion_vulnerable(primeria_infancia).

La etapa de infancia va entre (4 - 8 años):

poblacion_vulnerable (infancia).

La etapa de pubertad (9 - 13 años):

poblacion_vulnerable (pubertad).

La etapa de infancia va entre (14 - 18 años):

poblacion_vulnerable (adolescencia).

A continuación, está la población donde no se puede clasificar por edad:

poblacion_vulnerable (mujer_gestante).

poblacion_vulnerable (mujer_lactante).

- **Hechos basados en los alimentos ricos en hierro:**

A continuación, se detallan los alimentos ricos en hierro, el cual se usa para determinar si el paciente tiene anemia ferrofénica y para recomendarle su consumo a modo de tratamiento.

Tabla 4

Alimentos de origen vegetal ricos en hierro

ALIMENTOS ORIGEN VEGETAL	CONTENIDO EN HIERRO EN MG. POR CADA 100 GR. DE PORCIÓN DEL PRODUCTO
Almejas	24
Habas secas	8.5
Lenteja	7.1
Garbanzo	6.7
Espinacas	4
Higos secos	3
Nueces	2.2
Palta	2

Nota. Fuente: Información de “Alimentos ricos en hierro”, por Clínica Universidad Navarra. (<https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/alimentos-ricos-hierro>)

Tabla 5*Alimentos de origen animal ricos en hierro*

ALIMENTOS ORIGEN ANIMAL	CANTIDAD DE HIERRO EN MG POR RACIÓN DE 2 CUCHARADAS (30 GRAMOS)	CANTIDAD DE HIERRO EN MG POR CADA 100 GR. DE PORCIÓN DEL PRODUCTO
Sangre de pollo cocida	8.9	29.7
Bazo de res	8.6	28.7
Riñón de res	3.4	11.3
Hígado de pollo	2.6	8.7
Huevo de gallina	2.2	7.3
Charqui de res	2	6.7
Pulmón de res	2	6.7
Hígado de res	1.6	5.3
Corazón de res	1.1	3.7
Carne de carnero	1.1	3.7
Pavo	1.1	3.7
Carne de res	1	3.3
Pescado	0.9	3.0
Carne de pollo	0.5	1.7

Nota. Fuente: Información al 2017 de “Norma técnica – manejo terapéutico y preventivo de LA ANEMIA en niños, adolescentes, mujeres gestante y puérperas” de MINSA, p.33. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>

alimento_con_hierro(lenteja).

alimento_con_hierro(almeja).

alimento_con_hierro(haba_seca).

alimento_con_hierro(espinaca).

alimento_con_hierro(higo_seco).

alimento_con_hierro(carne_de_vacuno).

alimento_con_hierro(nuez).
 alimento_con_hierro(huevo_de_gallina).
 alimento_con_hierro(palta).
 alimento_con_hierro (carne_de_pollo).
 alimento_con_hierro (carne_de_pavo).
 alimento_con_hierro(bazo_de_res).
 alimento_con_hierro(riñon_de_res).
 alimento_con_hierro (higado_de_pollo).
 alimento_con_hierro (charqui_de_res).
 alimento_con_hierro (pulmon_de_res).
 alimento_con_hierro (hígado_de_res).
 alimento_con_hierro (corazón_de_res).
 alimento_con_hierro (carne_de_res).
 alimento_con_hierro (pescado).
 alimento_con_hierro (garbanzos).
 alimento_con_hierro (sangrecita_de_pollo).

- **Hechos basados en los alimentos ricos en vitamina B12:**

A continuación, se detallan los alimentos ricos en vitamina B12, el cual se usa para determinar si el paciente tiene anemia perniciosa y para recomendarle su consumo a modo de tratamiento.

Tabla 6

Alimentos ricos en vitamina B12

ALIMENTOS	CONTENIDO DE VITAMINA B12 EN MICROGRAMOS POR CADA 100 GR. DE PORCIÓN DEL PRODUCTO
Hígado	75
Riñones	31
Carne de conejo	10
Pescado (Atún y bonito)	5
Cerdo (carne magra)	3
Vacuno (carne magra)	2

Huevo de gallina	1.7
Leche de vaca	0.3

Nota. Fuente: Información de “Alimentos ricos en vitamina B12”, por Clínica Universidad Navarra.(<https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/alimentos-ricos-vitamina-b12>)

Tabla 7

Alimentos ricos en vitamina B12

ALIMENTOS	CONTENIDO DE VITAMINA B12 EN MICROGRAMOS POR CADA 100 GR. DE PORCIÓN DEL PRODUCTO
Jalea real	150
Hígado de cordero	84
Hígado de pollo	56
Riñón de cordero	52.41
Hígado de ternera	46.8
Riñón de ternera	28.2
Hígado de cerdo	25

Nota. Fuente: Información al 2023 de “Dieta: alimentos que destacan por su contenido en vitamina B12”, por Fisterra.(<https://www.fisterra.com/ayuda-en-consulta/dietas/alimentos-que-destacan-por-su-contenido-vitamina-b12/>)

alimento_con_vitamina_B12(higado).
alimento_con_vitamina_B12(riñon).
alimento_con_vitamina_B12(carne_de_conejo).
alimento_con_vitamina_B12(pescado_atun).
alimento_con_vitamina_B12(pescado_bonito).
alimento_con_vitamina_B12(carne_de_cerdo).
alimento_con_vitamina_B12(carne_de_vacuno).
alimento_con_vitamina_B12(huevo_de_gallina).
alimento_con_vitamina_B12(leche_de_vaca).
alimento_con_vitamina_B12(jalea_real).
alimento_con_vitamina_B12(hígado_de_cordero).

alimento_con_vitamina_B12(hígado_de_pollo).
 alimento_con_vitamina_B12(riñon_de_cordero).
 alimento_con_vitamina_B12(hígado_de_ternera).
 alimento_con_vitamina_B12(riñon_de_ternera).
 alimento_con_vitamina_B12(hígado_de_cerdo).

- **Hechos basados en tratamiento para anemia ferrofénica**

Tabla 8

Tratamiento con hierro a pacientes con anemia leve o moderada

EDAD	DOSIS	PRODUCTO	DURACION	CONTROL DE HEMOGLOBINA
Niños de 6 a 35 meses de edad	dosis: 3mg/dia	Jarabe de Sulfato	Durante 6 meses continuos	Al mes, a los 3 meses y 6 meses de iniciado el tratamiento
		Ferroso o		
		Jarabe de Complejo		
		Polimaltosado		
		Férrico o		
		Gotas de Sulfato		
		Ferroso o		
		Gotas de Complejo		
Niños de 3 a 5 años de edad	dosis: 3mg/dia	Polimaltosado	Durante 6 meses continuos	Al mes, a los 3 meses y 6 meses de iniciado el tratamiento
		Férrico.		
		Jarabe de Sulfato		
		Ferroso o		
		Jarabe de Complejo		
Niños de 5 a 11 años	dosis: 3mg/dia	Polimaltosado	Durante 6 meses continuos	Al mes, a los 3 meses y 6 meses de iniciado el tratamiento
		Férrico		
		Jarabe de Sulfato		
		Ferroso o		
		Jarabe de Complejo		
		Polimaltosado		
		Férrico o		

		1 tableta de Sulfato ferroso o 1 tableta de Polimaltosado	
Adolescentes (Hombres y Mujeres) de 12 a 17 años	2 tabletas diarias (120 mg de hierro elemental) 120 mg de hierro elemental +	2 tabletas de Sulfato Ferroso	
Gestantes y puérperas	800 µg de Ácido Fólico Diario (2 tabletas diarias)	Hierro Polimaltosado + Ácido Fólico	Cada 4 semanas hasta que la hemoglobina alcance valores de 11 g/dl o más (valores ajustados a los 1000 msnm).

Nota. Fuente: Información al 2017 de “Norma técnica – manejo terapéutico y preventivo de LA ANEMIA en niños, adolescentes, mujeres gestante y puérperas” de MINSA, p.22. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>

dosis_de_mg_hierro_por_dia(3).

dosis_de_mg_hierro_por_dia(120).

dosis_de_µg_acido_folico_por_dia(800),

producto_con_hierro(jarabe_de_sulfato_ferroso).

producto_con_hierro(jarabe_de_complejo_polimaltosado_férrico).

producto_con_hierro(gotas_de_sulfato_ferroso).

producto_con_hierro(gotas_de_complejo_polimaltosado_férrico).

producto_con_hierro(tableta_de_sulfato_ferroso).

producto_con_hierro(tableta_de_polimaltosado).

producto_con_hierro(hierro_polimaltosado).

producto_con_hierro(acido_folico).

periodo_de_control_hemoglobina(4_semanas).
 periodo_de_control_hemoglobina(3_meses).
 periodo_de_control_hemoglobina(6_meses).
 duración_tratamiento(6_meses).
 duración_tratamiento(4_semanas).

- **Hechos basados en tratamiento para anemia perniciosa.**

Tabla 9

Tratamiento con vitamina b12 a pacientes en general

DOSIS	PRODUCTO	DURACION	CONTROL
1.000 mcg	Cianocobalamina	Primero diario por 7 días, luego cada semana por 4 semanas, luego cada mes de por vida.	A las 4 semanas de iniciado el tratamiento.

Nota. Contreras Zúñiga, E., Ramírez Cheyne, J. A., Vallejo Serna, R. A., & Zúñiga Correa, L. P. (2008). Anemia perniciosa: descripción de un caso clínico. Revista colombiana de Gastroenterología, 23(1), 83-88.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99572008000100011&script=sci_arttext

dosis_de_mcg_vitamina_B12_por_dia (1000).
 producto_con_vitamina_B12 (cianocobalamina).
 periodo_de_control(4_semanas).
 duración_tratamiento(7_dias).
 duración_tratamiento(4_semanas).
 duración_tratamiento(de_por_vida).

6.3 Reglas

- Una persona tiene anemia general si presenta los sintomas: fatiga, cansancio rapido, mareos, taquicardia y palidez, o mucosa o inflamación de lengua o dificultad respiratoria o debilidad muscular.

indicador_de_anemia_general:- [sintoma(fatiga),
 sintoma(cansancio_rapido),
 sintoma(mareos),

sintoma(palidez)];
sintoma(taquicardia);
sintoma(mucosa);
sintoma(inflamacion_lengua);
sintoma(dificultad_respiratoria);
sintoma(debilidad_muscular);
sintoma(dificultad_injerir_alimento);
sintoma(diarrea).

- Una persona tiene anemia perniciosa si presenta los síntomas de la anemia general y los síntomas: pérdida de apetito, pérdida de peso, entumecimiento de manos y pies, o diarrea o ulcera de boca o enrojecimiento de lengua o dolor abdominal o dificultad en deglutir alimentos o irritabilidad o cambio de humor o aparición de hematomas.

indicador_de_anemia_perniciosa:- [anemia_general,
sintoma(perdida_apetito),
sintoma(perdida_peso),
sintoma(entumesimiento_mano),
sintoma(entumesimiento_pie)];
sintoma(ulcera_boca);
sintoma(enrojecimiento_lengua);
sintoma(dolor_abdominal);
sintoma(irritabilidad);
sintoma(cambio_humor);
sintoma(aparicion_ematomas).

- Síntomas para detectar que una persona padece de síndrome de piernas inquietas.

sindrome_piernas_inquietas:- sintoma(alteración_de_sueño),
sintoma(necesidad_indispensable_de_mover_piernas),
sintoma(sensación_de_cansancio),
[sintoma(entumesimiento_pie);

sintoma(dolor_en_piernas)].

- Una persona tiene anemia ferrofénica si presenta los síntomas de anemia general y síntomas: piel seca, uña quebradiza, uña frágil, uña pálida y estreñimiento, o dolor de cabeza, o pérdida de cabello o dolor de pecho o dolor de lengua o dificultad de ingerir alimento o desmayo o úlceras bucales o aumento de síndrome de pierna inquietante o mano fría o pie frío o tendencia a ingerir arcilla o tendencia a ingerir hielo.

indicador_de_anemia_ferrofénica:- [anemia_general,
síndrome_piernas_inquietas,
sintoma(piel_seca),
sintoma(uña_quebradiza),
sintoma(uña_fragil),
sintoma(uña_pálida),
sintoma(estreñimiento)];
sintoma(dolor_cabeza);
sintoma(pérdida_cabello);
sintoma(dolor_pecho);
sintoma(dolor_lengua);
sintoma(desmayo);
sintoma(úlceras_bucles);
sintoma(mano_frio);
sintoma(pie_frio);
sintoma(tendencia_ingerir_tierra);
sintoma(tendencia_ingerir_hielo).

- Una persona padece de anemia ferrofénica si tiene deficiencia de hierro y pertenece a una población vulnerable.

padece_tipo_anemia(ferrofénica) :- indicador_de_anemia_ferrofénica,
[poblacion_vulnerable(primer_infancia);
poblacion_vulnerable (infancia);
poblacion_vulnerable (pubertad);

poblacion_vulnerable (adolescencia);
poblacion_vulnerable (mujer_gestante);
poblacion_vulnerable (mujer_lactante)].

- Una persona tiene anemia perniciosa si se presenta todos los sintomas de dicho tipo de anemia y pertenece a una población vulnerable.

padece_tipo_anemia(perniciosa) :- indicador_de_anemia_perniciosa,
[poblacion_vulnerable(primer_infancia);
poblacion_vulnerable (infancia);
poblacion_vulnerable (pubertad);
poblacion_vulnerable (adolescencia);
poblacion_vulnerable (mujer_gestante);
poblacion_vulnerable (mujer_lactante)].

- Una persona no padece de anemia si presenta exceso o nivel moderado de hierro y no presenta sintomas de anemia general, anemia perniciosa y anemia ferrofenea.

no_tiene_anemia :- ~(padece_tipo_anemia(general)).

- **Tratamiento contra anemia ferrofénica**

- Para población primera infancia.
dosis_de_mg_hierro_por_dia(3),
[producto_con_hierro(jarabe_de_sulfato_ferroso);
producto_con_hierro(jarabe_de_complejo_polimaltosado_férrico);
producto_con_hierro(gotas_de_sulfato_ferroso);
producto_con_hierro(gotas_de_complejo_polimaltosado_férrico)],
periodo_de_control_hemoglobina(4_semanas),
periodo_de_control_hemoglobina(3_meses),
periodo_de_control_hemoglobina(6_meses),
duración_tratamiento(6_meses) :-
poblacion_vulnerable(primer_infancia).

- Para población infancia.
dosis_de_mg_hierro_por_dia(3),
[producto_con_hierro(jarabe_de_sulfato_ferroso);
producto_con_hierro(jarabe_de_complejo_polimaltosado_férrico)],
periodo_de_control_hemoglobina(4_semanas),
periodo_de_control_hemoglobina(3_meses),
periodo_de_control_hemoglobina(6_meses),
duración_tratamiento(6_meses) :- poblacion_vulnerable (infancia).

- Para población pubertad.
dosis_de_mg_hierro_por_dia(3),
[producto_con_hierro(jarabe_de_sulfato_ferroso);
producto_con_hierro(jarabe_de_complejo_polimaltosado_férrico);
producto_con_hierro(tableta_de_sulfato_ferroso);
producto_con_hierro(tableta_de_polimaltosado)],
periodo_de_control_hemoglobina(4_semanas),
periodo_de_control_hemoglobina(3_meses),
periodo_de_control_hemoglobina(6_meses),
duración_tratamiento(6_meses) :- poblacion_vulnerable (pubertad).

- Para población adolescencia.
dosis_de_mg_hierro_por_dia(120),
producto_con_hierro(tableta_de_sulfato_ferroso),
periodo_de_control_hemoglobina(4_semanas),
periodo_de_control_hemoglobina(3_meses),
periodo_de_control_hemoglobina(6_meses),
duración_tratamiento(6_meses) :- poblacion_vulnerable (adolescencia).

- Para población gestante y puérperas.
dosis_de_mg_hierro_por_dia(120),
dosis_de_µg_acido_folico_por_dia(800),
producto_con_hierro(hierro_polimaltosado),
producto_con_hierro(acido_folico),
periodo_de_control_hemoglobina(4_semanas),

periodo_de_control_hemoglobina(3_meses),
periodo_de_control_hemoglobina(6_meses),
duración_tratamiento(4_semanas).:- poblacion_vulnerable
(mujer_gestante);
poblacion_vulnerable (mujer_lactante).

- **Tratamiento contra anemia perniciosa**

dosis_de_mcg_vitamina_B12_por_dia(1000),
producto_con_vitamina_B12 (cianocobalamina),
periodo_de_control(4_semanas),
duración_tratamiento(7_dias),
duración_tratamiento(4_semanas),
duración_tratamiento(de_por_vida)
:- poblacion_vulnerable(primeria_infancia);
poblacion_vulnerable (infancia);
poblacion_vulnerable (pubertad);
poblacion_vulnerable (adolescencia);
poblacion_vulnerable (mujer_gestante);
poblacion_vulnerable (mujer_lactante).

- **Recomendación de alimentación**

recomendación (alimento_con_hierro(lenteja),
alimento_con_hierro(almeja),
alimento_con_hierro(haba_seca),
alimento_con_hierro(espinaca),
alimento_con_hierro(higo_seco),
alimento_con_hierro(carne_de_vacuno),
alimento_con_hierro(nuez),
alimento_con_hierro(huevo_de_gallina),
alimento_con_hierro(palta),
alimento_con_hierro (carne_de_pollo),
alimento_con_hierro (carne_de_pavo),
alimento_con_hierro(bazo_de_res),

alimento_con_hierro(riñon_de_res),
alimento_con_hierro (higado_de_pollo),
alimento_con_hierro (charqui_de_res),
alimento_con_hierro (pulmon_de_res),
alimento_con_hierro (hígado_de_res),
alimento_con_hierro (corazón_de_res),
alimento_con_hierro (carne_de_res),
alimento_con_hierro (pescado),
alimento_con_hierro (garbanzos),
alimento_con_hierro (sangrecita_de_pollo)):-
padece_tipo_anemia(ferrofenica).

recomendación (alimento_con_vitamina_B12(higado),
alimento_con_vitamina_B12(riñon),
alimento_con_vitamina_B12(carne_de_conejo),
alimento_con_vitamina_B12(pescado_atun),
alimento_con_vitamina_B12(pescado_bonito),
alimento_con_vitamina_B12(carne_de_cerdo),
alimento_con_vitamina_B12(carne_de_vacuno),
alimento_con_vitamina_B12(huevo_de_gallina),
alimento_con_vitamina_B12(leche_de_vaca),
alimento_con_vitamina_B12(jalea_real),
alimento_con_vitamina_B12(hígado_de_cordero),
alimento_con_vitamina_B12(hígado_de_pollo),
alimento_con_vitamina_B12(riñon_de_cordero),
alimento_con_vitamina_B12(hígado_de_ternera),
alimento_con_vitamina_B12(riñon_de_ternera),
alimento_con_vitamina_B12(hígado_de_cerdo)):-
padece_tipo_anemia(perciosa).

7. Presentación de resultados

A continuación, se muestran los hechos y reglas escritos en formato de prolog.

```
%-----sintomas-----

sintoma(['general'|['fatiga', 'cansancio_rapido', 'taquicardia', 'palidez',
'mucosa', 'mareos', 'inflamacion_lengua', 'dificultad_respiratoria',
'debilidad_muscular', 'dificultad_ingerir_alimento', 'diarrea']]).

sintoma(['ferrofenica'|['dolor_cabeza', 'perdida_cabello', 'dolor_pecho',
'dolor_lengua', 'desmayo', 'piel_seca', 'estreñimiento', 'ulceras_bucales',
'mano_frio', 'pie_frio', 'uña_quebradiza', 'uña_fragil', 'uña_palida',
'tendencia_injerir_tierra', 'tendencia_injerir_hielo']]).

sintoma(['perniciosa'|['ulcera_boca', 'perdida_apetito', 'perdida_peso',
'enrojecimiento_lengua', 'dolor_abdominal', 'entumescimiento_mano',
'entumescimiento_pie', 'irritabilidad', 'cambio_humor', 'aparicion_hematomas']]).

sintoma(['piernas_inquietas'|['necesidad_indispensable_de_mover_piernas',
'entumescimiento_pie', 'dolor_en_piernas', 'alteración_de_sueño',
'sensación_de_cansancio']]).

alimento(['rico_hierro'|['Lentejas con Espinacas y Huevo de Gallina', 'Seco de
Carne de Res con Garbanzos', 'Sangrecita de Pollo', 'Frejoles con Seco de Carne',
'Anticuchos de Corazón de Res', 'Tallarines Verdes con Bistec de Bazo', 'Tacu
Tacu con Lentejas y Carne de Res', 'Estofado de Carne de Pavo con Garbanzos',
'Pescado a la Plancha con Palta y Espinacas', 'Lomo Saltado', 'Arroz con Pollo',
'Rocoto Relleno de Sangrecita de Pollo', 'Sudado de Pescado', 'Estofado de Pollo
con Espinacas', 'Parihuela de Pescado y Mariscos', 'Chicharrón', 'Cuy Chactado',
'Papa a la Huancaína con Huevo', 'Adobo de Cerdo']]).

alimento(['rico_b12'|['Ceviche de Pescado', 'Lomo Saltado con Carne de Res', 'Seco
de Cordero', 'Carne de Conejo con Verduras', 'Parihuela de Mariscos', 'Arroz con
Pollo', 'Pescado a la Plancha con Verduras', 'Causa Rellena de Atún', 'Anticuchos
de Corazón de Res', 'Cuy Chactado', 'Chicharrón de Pescado', 'Caldo de Gallina',
'Lomo Saltado con Carne de Cerdo']]).
```

```
alimento(['General'|['Lomo de sangrecita', 'Tallarín verde con hígado de pollo',  
'Pure de habas con sangrecita', 'Seco de hígado de pollo', 'Locro de zapallo con  
Hígado de res']]).
```

```
%-----poblacion vulnerable -----
```

```
poblacion_vulnerable('primera_infancia').
```

```
poblacion_vulnerable('infancia').
```

```
poblacion_vulnerable('pubertad').
```

```
poblacion_vulnerable('adolescencia').
```

```
poblacion_vulnerable('mujer_gestante').
```

```
poblacion_vulnerable('mujer_lactante').
```

```
%-----tipoAnemia-----
```

```
tipoAnemia('general').
```

```
tipoAnemia('ferrofenica').
```

```
tipoAnemia('perniciosa').
```

```
tratamiento(['A. General', 'primera_infancia'|['Coma_muchoGPI']]).
```

```
tratamiento(['A. General', 'infancia'|['Coma_muchoGI']]).
```

```
tratamiento(['A. General', 'pubertad'|['Coma_muchoGP']]).
```

```
tratamiento(['A. General', 'adolescencia'|['Coma_muchoGA']]).
```

```
tratamiento(['A. General', 'mujer_gestante'|['Coma_muchoGMG']]).
```

```
tratamiento(['A. General', 'mujer_lactante'|['Coma_muchoGML']]).
```

```
tratamiento(['A. Ferrofenica', 'primera_infancia'|['Jarabe de Sulfato Ferroso  
o Jarabe de Complejo Polimaltosado Férrico o Gotas de Sulfato Ferroso o Gotas de  
Complejo Polimaltosado Férrico', 'Dosis: 3 mg/día', 'Tiempo: 6 meses']]).
```

```
tratamiento(['A. Ferrofenica', 'infancia'|['Jarabe de Sulfato Ferroso o Jarabe  
de Complejo Polimaltosado Férrico', 'Dosis: 3mg/día', 'Tiempo: 6 meses']]).
```

```

tratamiento(['A. Ferrofenica', 'pubertad']|['Jarabe de Sulfato Ferroso o Jarabe
de Complejo Polimaltosado Férrico o 1 tableta de Sulfato ferroso o 1 tableta de
Polimaltosado', 'Dosis: 3mg/dia', 'Tiempo: 6 meses']]).

tratamiento(['A. Ferrofenica', 'adolescencia']|['2 tabletas de Sulfato Ferroso',
'Dosis: 120mg/dia', 'Tiempo: 6 meses']]).

tratamiento(['A. Ferrofenica', 'mujer_gestante']|['Hierro Polimaltosado + Ácido
Fólico', 'Dosis: 120 mg de hierro + 800 µg de acido folico', 'Tiempo: 6 meses']]).

tratamiento(['A. Ferrofenica', 'mujer_lactante']|['Hierro Polimaltosado + Ácido
Fólico', 'Dosis: 120 mg de hierro + 800 µg de acido folico', 'Tiempo: 6 meses']]).

tratamiento(['A. Perniciosa', 'primera_infancia']|['Tomar Cianocobalamina',
'Dosis: 1000 mcg', 'Tiempo: Primero diario por 7 días, luego cada semana por 4
semanas']]).

tratamiento(['A. Perniciosa', 'infancia']|['Tomar Cianocobalamina', 'Dosis: 1000
mcg', 'Tiempo: Primero diario por 7 días, luego cada semana por 4 semanas']]).

tratamiento(['A. Perniciosa', 'pubertad']|['Tomar Cianocobalamina', 'Dosis: 1000
mcg', 'Tiempo: Primero diario por 7 días, luego cada semana por 4 semanas']]).

tratamiento(['A. Perniciosa', 'adolescencia']|['Tomar Cianocobalamina', 'Dosis:
1000 mcg', 'Tiempo: Primero diario por 7 días, luego cada semana por 4 semanas']]).

tratamiento(['A. Perniciosa', 'mujer_gestante']|['Tomar Cianocobalamina',
'Dosis: 1000 mcg', 'Tiempo: Primero diario por 7 días, luego cada semana por 4
semanas']]).

tratamiento(['A. Perniciosa', 'mujer_lactante']|['Tomar Cianocobalamina',
'Dosis: 1000 mcg', 'Tiempo: Primero diario por 7 días, luego cada semana por 4
semanas']]).

%-----REGLAS-----

%=====ANEMIA GENERAL=====

indicador_de_anemiaGeneral(ListaSintoma, Poblacion) :-
    buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaGeneral(['fatiga',      'cansancio_rapido',
'mareos', 'palidez'],ListaSintoma),
    totalSintomasBHechos(Lista),subset(ListaSintoma, Lista),
    poblacion_vulnerable(Poblacion) .

```

```

totalSintomasBHechos(ListaTotal) :-
    sintoma(['general'|LG]),
    sintoma(['ferrofenica'|LF]),
    append(LG, LF, L1),
    sintoma(['perniciosa'|LP]),
    sintoma(['piernas_inquietas'|LS]),
    append(LP, LS, L2),
    append(L1, L2, ListaTotal).

buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaGeneral([], _) :- !, true.
buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaGeneral([Cabeza|Cola], Lista) :-
    member(Cabeza, Lista),
    buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaGeneral(Cola, Lista).

%=====ANEMIA FERROFENICA=====
indicador_de_anemiaFerrofenica(ListaSintoma, Poblacion) :-
    indicador_de_anemiaGeneral(ListaSintoma, Poblacion),
    tiene_piernas_inquietas(ListaSintoma),
    buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaFerrofenica(['piel_seca', 'uña_quebradiza',
'uña_fragil', 'uña_palida', 'estreñimiento'],ListaSintoma),
    totalSintomasBHechos(Lista),subset(ListaSintoma, Lista)
    .

buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaFerrofenica([], _) :- !, true.
buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaFerrofenica([Cabeza|Cola], Lista) :-
    member(Cabeza, Lista),
    buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaFerrofenica(Cola, Lista).

```

```

tiene_piernas_inquietas(Lista) :-
    buscaSintomaMayorRelevanciaPI(['alteración_de_sueño',
'necesidad_indispensable_de_mover_piernas', 'sensación_de_cansancio'], Lista),
    totalSintomasBHechos(List), subset(Lista, List).

buscaSintomaMayorRelevanciaPI([], _) :- !, true.
buscaSintomaMayorRelevanciaPI([Cabeza|Cola], Lista) :-
    member(Cabeza, Lista),
    buscaSintomaMayorRelevanciaPI(Cola, Lista).

%=====ANEMIA PERNICIOSA =====
indicador_de_anemiaPerniciosa(ListaSintoma, Poblacion) :-
    indicador_de_anemiaGeneral(ListaSintoma, Poblacion),
    buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaPerniciosa(['perdida_apetito',
'perdida_peso', 'entumesimiento_mano', 'entumesimiento_pie'],ListaSintoma),
    totalSintomasBHechos(Lista),subset(ListaSintoma, Lista)
    .

buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaPerniciosa([], _) :- !, true.
buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaPerniciosa([Cabeza|Cola], Lista) :-
    member(Cabeza, Lista),
    buscaSintomaMayorRelevanciaAnemiaPerniciosa(Cola, Lista).

dameLaEnfermedad(ListaSintomas, Poblacion) :-
    indicador_de_anemiaFerrofenica(ListaSintomas, Poblacion) ->
assertz(resultado_anemia('A. Ferrofenica')), !;
    indicador_de_anemiaPerniciosa(ListaSintomas, Poblacion) ->
assertz(resultado_anemia('A. Perniciosa')), !;
    indicador_de_anemiaGeneral(ListaSintomas, Poblacion) ->
assertz(resultado_anemia('A. General')), !;

```

```

assertz(resultado_anemia('No tienes anemia')), !.

dameAlimento(X, Lista) :-
    X == 'A. Ferrofenica' -> alimento(['rico_hierro'|Lista]), !;
    X == 'A. Perniciosa' -> alimento(['rico_b12'|Lista]), !;
    X == 'A. General' -> alimento(['General'|Lista]), !;
    Lista = ['No hay resultados que mostrar'], !.

dameTratamiento(X, Y, ListaTratamiento) :-
    X == 'A. Ferrofenica', Y == 'primera_infancia' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;
    X == 'A. Ferrofenica', Y == 'infancia' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;
    X == 'A. Ferrofenica', Y == 'pubertad' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;
    X == 'A. Ferrofenica', Y == 'adolescencia' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;
    X == 'A. Ferrofenica', Y == 'mujer_gestante' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;
    X == 'A. Ferrofenica', Y == 'mujer_lactante' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;
    X == 'A. Perniciosa', Y == 'primera_infancia' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;
    X == 'A. Perniciosa', Y == 'infancia' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;
    X == 'A. Perniciosa', Y == 'pubertad' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;
    X == 'A. Perniciosa', Y == 'adolescencia' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;
    X == 'A. Perniciosa', Y == 'mujer_gestante' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;

```



```

X == 'A. Perniciosa', Y == 'mujer_lactante' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;

X == 'A. General', Y == 'primera_infancia' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;

X == 'A. General', Y == 'infancia' -> tratamiento([[X, Y]|ListaTratamiento]),
!;

X == 'A. General', Y == 'pubertad' -> tratamiento([[X, Y]|ListaTratamiento]),
!;

X == 'A. General', Y == 'adolescencia' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;

X == 'A. General', Y == 'mujer_gestante' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;

X == 'A. General', Y == 'mujer_lactante' -> tratamiento([[X,
Y]|ListaTratamiento]), !;

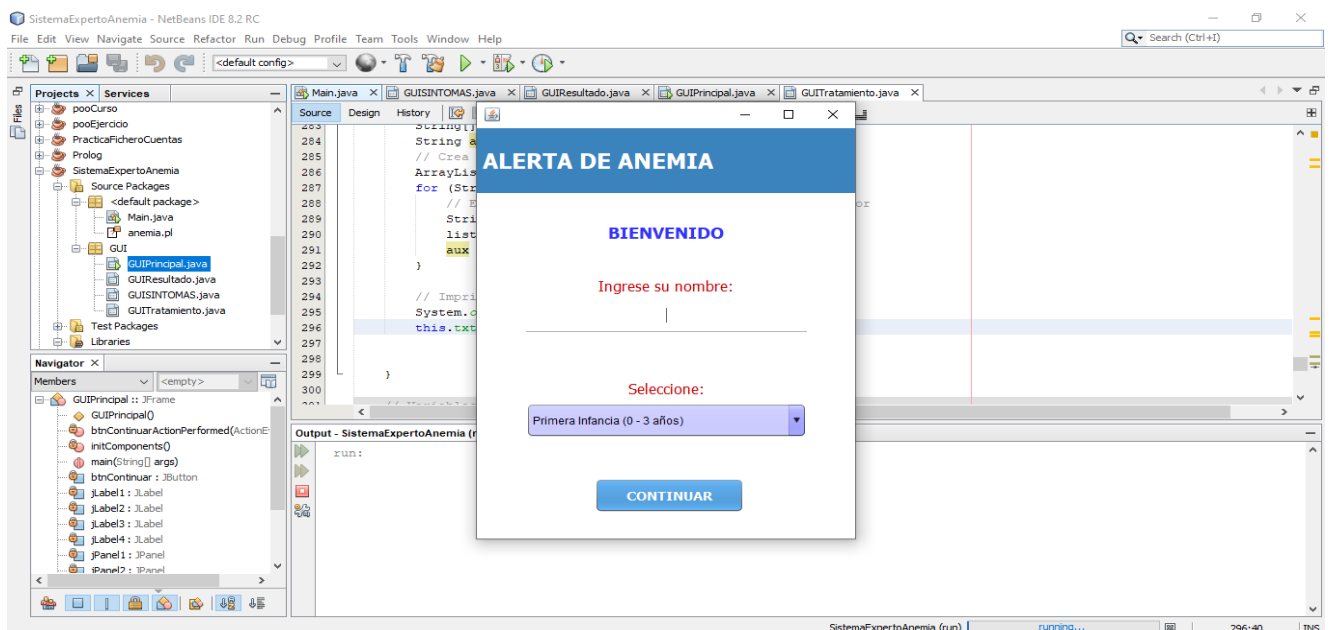
ListaTratamiento = ['No hay resultados que mostrar'], !.

```

También se observa la aplicación creada en java que actúa de interfaz, y que está conectada al motor de inferencias de prolog.

Figura 2

Interfaz en java



Nota: Elaboración propia.

8. Pruebas de funcionamiento del sistema experto

A continuación, se realiza la prueba del funcionamiento de la aplicación. En cada paso se define el propósito y se evidencia el resultado mediante una captura de pantalla.

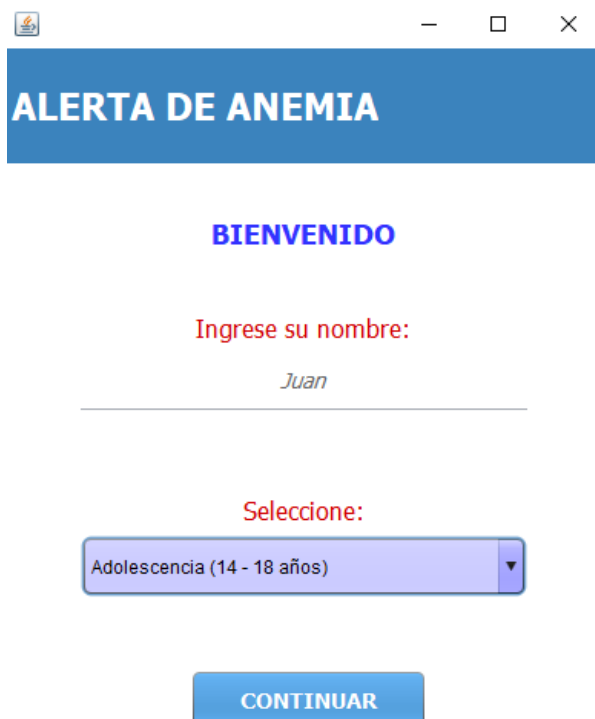
Prueba 01:

Descripción	Muestra de la interfaz de inicio de la aplicación
Pasos	Ejecutar la aplicación
Resultado esperado	- Accede la interfaz de inicio
Resultado obtenido	- Accede la interfaz de inicio

Evidencia del resultado:

Figura 3

Ventana principal



Nota: Elaboración propia.

Prueba 02

Descripción	Selección de síntomas.
Pasos	<p>Seleccionar los siguientes síntomas:</p> <p>fatiga, cansancio rápido, mareos, alteración de sueño, necesidad indispensable de mover piernas', sensación de cansancio, piel seca, uña quebradiza, uña frágil, uña palida, estreñimiento</p>
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Que aparezca el nombre del usuario, tipo de población vulnerable y la lista de todos los síntomas.
Resultado obtenido	<ul style="list-style-type: none"> - Apareció el nombre del usuario, tipo de población vulnerable y la lista de todos los síntomas.

Evidencia del resultado:

Figura 4

Selección de síntomas

ALERTA DE ANEMIA

Nombre: Juan

Tipo de Poblacion: adolescencia

Seleccione los síntomas que presente

Sintoma	Persenta
fatiga	<input checked="" type="checkbox"/>
cansancio_rapido	<input checked="" type="checkbox"/>
taquicardia	<input type="checkbox"/>
palidez	<input checked="" type="checkbox"/>
mucosa	<input type="checkbox"/>
mareos	<input checked="" type="checkbox"/>
inflamacion_lengua	<input type="checkbox"/>
dificultad_respiratoria	<input type="checkbox"/>

Ver Resultados

Nota: Elaboración propia

Prueba 03

Descripción	Ver el resultado de la persona, si tiene anemia o no; y en caso que tenga, de que tipo tiene.
Pasos	Presionar el botón Ver Resultado
Resultado esperado	- Muestra que tiene anemia ferrofénica, junto con los síntomas seleccionados.
Resultado obtenido	- Muestra que tiene anemia ferrofénica, junto con los síntomas seleccionados.

Evidencia del resultado:

Figura 5

Resultado de consulta

ALERTA DE ANEMIA

RESULTADO DE: Juan

Lista Sintomas:

Nº	Sintoma
1	'fatiga'
2	'cansancio_rapido'
3	'palidez'
4	'mareos'
5	'sensación_de_cansancio'
6	'alteración_de_sueño'
7	'necesidad_indispensable_de_mover_piernas'
8	'uña_palida'

Usted Tiene:

'A. Ferrofenica'

Tratamiento

Nota: Elaboración propia.

Prueba 04

Descripción	Ver la lista de alimentos y el tratamiento médico que le corresponde a la persona.
Pasos	Presionar en Tratamiento
Resultado esperado	- Muestra la lista de alimentos y el tratamiento correspondiente para la anemia ferrofénica, de acuerdo a la población a la que pertenece la persona.
Resultado obtenido	- Muestra la lista de alimentos y el tratamiento correspondiente para la anemia ferrofénica, de acuerdo a la población a la que pertenece la persona.

Evidencia del resultado:

Figura 6

Lista de alimentos y tratamiento

ALERTA DE ANEMIA

RESULTADO DE: Juan

POBLACION: adolescencia DIAGNOSTICO: 'A. Ferrofenica'

Platos que debe de comer:

Nº	Plato
1	Lentejas con Espinacas y Huevo de Gallina
2	Seco de Carne de Res con Garbanzos
3	Sangrecita de Pollo
4	Frejoles con Seco de Carne
5	Anticuchos de Corazón de Res
6	Tallarines Verdes con Bistec de Bazo
7	Tacu Tacu con Lentejas y Carne de Res
8	Estofado de Carne de Pavo con Garbanzos

Tratamiento con suplementos:

2 tabletas de Sulfato Ferroso
Dosis: 120mg/dia
Tiempo: 6 meses

Nota: Fuente propia

Prueba 05

Descripción	Selección de síntomas.
Pasos	Seleccionar los siguientes síntomas: fatiga, cansancio rapido, palidez, mareos, perdida apetito, perdida peso, entumecimiento mano, entumecimiento pie
Resultado esperado	- Que aparezca el nombre del usuario, tipo de población vulnerable y la lista de todos los síntomas.
Resultado obtenido	- Apareció el nombre del usuario, tipo de población vulnerable y la lista de todos los síntomas.

Evidencia del resultado:

Figura 7

Selección de síntomas

ALERTA DE ANEMIA

Nombre: Jhour

Tipo de Poblacion: adolescencia

Seleccione los sintomas que presente

Sintoma	Persenta
fatiga	<input checked="" type="checkbox"/>
cansancio_rapido	<input checked="" type="checkbox"/>
taquicardia	<input type="checkbox"/>
palidez	<input checked="" type="checkbox"/>
mucosa	<input type="checkbox"/>
mareos	<input checked="" type="checkbox"/>
inflamacion_lengua	<input type="checkbox"/>
dificultad_respiratoria	<input type="checkbox"/>

Ver Resultados

Nota: Elaboración propia.

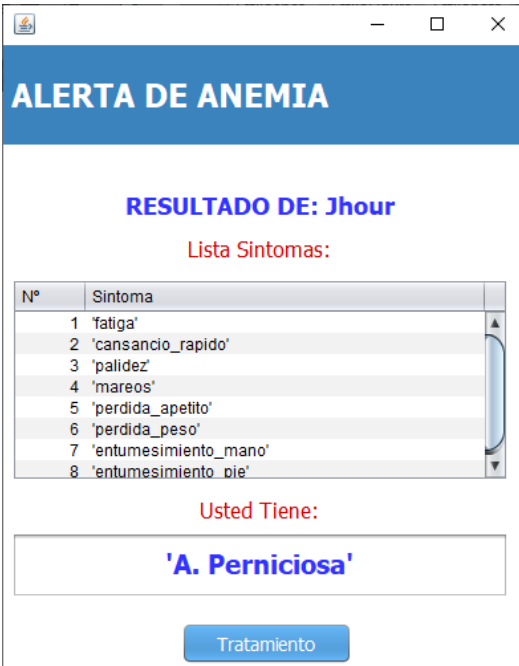
Prueba 06

Descripción	Ver el resultado de la persona, si tiene anemia o no; y en caso que tenga, de que tipo tiene.
Pasos	Presionar el botón Ver Resultado
Resultado esperado	- Muestra que tiene anemia perniciosa, junto con los síntomas seleccionados.
Resultado obtenido	- Muestra que tiene anemia perniciosa, junto con los síntomas seleccionados.

Evidencia del resultado:

Figura 8

Resultado de consulta



ALERTA DE ANEMIA

RESULTADO DE: Jhour

Lista Sintomas:

Nº	Sintoma
1	'fatiga'
2	'cansancio_rapido'
3	'palidez'
4	'mareos'
5	'perdida_apetito'
6	'perdida_peso'
7	'entumescimiento_mano'
8	'entumescimiento_pie'

Usted Tiene:

'A. Perniciosa'

Tratamiento

Nota: Elaboración propia

Prueba 07

Descripción	Ver la lista de alimentos y el tratamiento médico que le corresponde a la persona.
Pasos	Presionar en Tratamiento
Resultado esperado	- Muestra la lista de alimentos y el tratamiento correspondiente para la anemia perniciosa, de acuerdo a la población a la que pertenece la persona.
Resultado obtenido	- Muestra la lista de alimentos y el tratamiento correspondiente para la anemia perniciosa, de acuerdo a la población a la que pertenece la persona.

Evidencia del resultado:

Figura 9

Lista de alimentos y tratamiento

ALERTA DE ANEMIA

RESULTADO DE: Jhour

POBLACION: adolescencia DIAGNOSTICO: 'A. Perniciosa'

Platos que debe de comer:

Nº	Plato
1	Ceviche de Pescado
2	Lomo Saltado con Carne de Res
3	Seco de Cordero
4	Carne de Conejo con Verduras
5	Parihuela de Mariscos
6	Arroz con Pollo
7	Pescado a la Plancha con Verduras
8	Causa Rellena de Atún

Tratamiento con suplementos:

Tomar Cianocobalamina
Dosis: 1000 mcg
Tiempo: Primero diario por 7 días
luego cada semana por 4 semanas

Nota: Elaboración propia.

Prueba 08

Descripción	Selección de síntomas.
Pasos	<p>Seleccionar los siguientes síntomas:</p> <p>fatiga, cansancio rápido, mareos, alteración de sueño, necesidad indispensable de mover piernas', sensación de cansancio, piel seca, uña quebradiza, uña frágil, uña palida, estreñimiento</p>
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Que aparezca el nombre del usuario, tipo de población vulnerable y la lista de todos los síntomas.
Resultado obtenido	<ul style="list-style-type: none"> - Apareció el nombre del usuario, tipo de población vulnerable y la lista de todos los síntomas.

Evidencia del resultado:

Figura 10

Selección de síntomas

ALERTA DE ANEMIA

Nombre: Maria

Tipo de Poblacion: mujer_gestante

Seleccione los síntomas que presente

Síntoma	Presenta
fatiga	<input checked="" type="checkbox"/>
cansancio_rapido	<input type="checkbox"/>
taquicardia	<input checked="" type="checkbox"/>
palidez	<input type="checkbox"/>
mucosa	<input type="checkbox"/>
mareos	<input type="checkbox"/>
inflamacion_lengua	<input type="checkbox"/>
dificultad_respiratoria	<input type="checkbox"/>

Ver Resultados

Nota: Elaboración propia.

Prueba 09

Descripción	Ver el resultado de la persona, si tiene anemia o no; y en caso que tenga, de que tipo tiene.
Pasos	Presionar el botón Ver Resultado
Resultado esperado	- Muestra que no tiene anemia.
Resultado obtenido	- Muestra que no tiene anemia.

Evidencia del resultado:

Figura 11

Resultado de consulta

ALERTA DE ANEMIA

RESULTADO DE: Maria

Lista Sintomas:

Nº	Sintoma
1	'fatiga'
2	'taquicardia'
3	'piel_seca'

Usted Tiene:

'No tienes anemia'

Tratamiento

Nota: Elaboración propia.

9. Discusión

En la presente sección se analizará los resultados obtenidos del desarrollo del sistema experto. La evaluación se basa en el cumplimiento de los objetivos establecidos al inicio del proyecto.

Para el objetivo de consultar diversas fuentes confiables para establecer la base de conocimiento del sistema experto, se realizó una revisión exhaustiva a revistas de scielo, informe de MINSA y publicaciones web de autores confiables y expertos en tema de detección de anemia, población vulnerable, tratamiento para cada tipo de anemia y cuales son los alimentos para combatir cada tipo de anemia.

Para el objetivo de definir los hechos del sistema experto, se formularon hechos de síntomas de anemia general, síntomas de anemia perniciosa, síntomas de anemia ferrofénica, hecho para síndrome de piernas inquietas, hecho para población vulnerable, hecho basado en alimentos ricos en hierro y en vitamina B12 y hechos basados en tratamiento para anemia ferrofénica y perniciosa.

Para el objetivo definir las reglas del sistema experto, se formularon reglas para tener un indicador de si una persona tiene anemia genera, anemia ferrofénica y anemia perniciosa, y en función a ello determinar si una persona tiene algún tipo de anemia. Además, se realizaron reglas de tratamiento tanto para la anemia ferrofénica como la perniciosa. Y finalmente, reglas para recomendar los alimentos que la persona debe cumplir.

Para el objetivo de usar prolog como motor de inferencias y java para la interfaz de usuario, se logró implementar satisfactoriamente tanto el motor de inferencia como la interfaz.

Y, finalmente se cumplió con el objetivo de realizar pruebas de funcionamiento puesto que cada resultado obtenido coincidía con el esperado.

10. Conclusión

- En el presente proyecto, se logró elaborar satisfactoriamente un sistema experto que es capaz de identificar si una persona tiene un tipo de anemia, entre ferrofénica y perniciosa, además de brindar un tratamiento médico y recomendaciones alimenticias.
- Se logró identificar 42 síntomas que puede derivarse a anemia ferrofénica o perniciosa, 6 tipos de población vulnerable, 39 alimentos para combatir ambos tipos de anemia, 16 hechos para tratamiento ante anemia ferrofénica, y 6 hechos para el tratamiento contra anemia perniciosa. Con los hechos obtenidos previamente, se formularon 15 reglas que sirve al sistema experto para analizar los síntomas y en función a ello, arrojar los resultados de cada regla.
- A su vez, mediante las pruebas realizadas, se logró obtener los resultados esperados, pues el sistema detectaba si el individuo poseía algún tipo de anemia, y si lo tenía le mostraba que tipo de anemia tenía, que tratamiento y alimento debía de consumir para combatir la enfermedad.

11.Recomendación

- Definir cuanto de hierro y vitamina B12 debe consumir una determinada población vulnerable. Luego definir cuanto de hierro y/o vitamina B12 contiene cada tipo de alimento mencionado en este informe. Con ello se puede realizar una regla que consulte los alimentos que el individuo consumió durante la semana, y luego se puede comparar con la ingesta recomendada de hierro o vitamina B12 durante una semana. Esto ayuda en la precisión del sistema experto, ya que, si el consumo es menor comparado a lo recomendado, entonces se sabe con mayor seguridad si la persona tiene algún tipo de anemia.
- Se puede realizar una regla donde el programa recomiende que alimentos debe consumir en base a los alimentos que previamente seleccionó el usuario (fase de ingreso de datos).
- En el sistema se puede agregar las fechas específicas en el que el paciente debe consumir los medicamentos proporcionados por el tratamiento.

12. Bibliografía

- Cayetano, J. (2023, 11 julio). Anemia en el Perú: la dramática diferencia entre un niño con la enfermedad y otro que crece sano. *El Comercio Perú*.
<https://elcomercio.pe/peru/anemia-anemia-en-el-peru-la-dramatica-diferencia-entre-un-nino-con-la-enfermedad-y-otro-que-crece-sano-anemia-infantil-desnutricion-infantil-desnutricion-ninos-alimentacion-bebes-que-provoca-anemia-alimentos-buenos-para-la-anemia-nutricion-pediatria-noticia/>
- Clínica Universidad Navarra. (s. f.). *Alimentos ricos en hierro. Nutrición y Salud*.
<https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/alimentos-ricos-hierro>
- Clínica Universidad Navarra. (s. f.). *Alimentos ricos en vitamina B12. Nutrición y Salud*.
<https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/alimentos-ricosvitamina-b12>
- Contreras Zúñiga, E., Ramírez Cheyne, J. A., Vallejo Serna, R. A., & Zúñiga Correa, L. P. (2008). Anemia perniciosa: descripción de un caso clínico. *Revista colombiana de Gastroenterología*, 23(1), 83-88.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99572008000100011&script=sci_arttext
- Fisterra. (2023). *Dieta: alimentos que destacan por su contenido en vitamina B12*.
<https://www.fisterra.com/ayuda-en-consulta/dietas/alimentos-que-destacan-por-su-contenido-vitamina-b12/>
- Huamán, N. E. (2022, 20 abril). Ayacucho registra incremento en índices de anemia. *Correo*. <https://diariocorreo.pe/edicion/ayacucho/ayacucho-registra-incremento-en-indices-de-anemia-noticia/>

Mendoza, J. (2021). "Sistema experto para alertar y brindar alternativa de tratamiento para la anemia en niños de la provincia de Jaén"

Tipo de tesis para optar título de ingeniero de sistemas y computacional.
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3689>

MINSA (2017). *Norma técnica – manejo terapéutico y preventivo de LA ANEMIA en niños, adolescentes, mujeres gestante y puérperas* (1ra ed).

<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>

Miranda, M., & Venegas, P. (2001). Síndrome de piernas inquietas: actualización clínica. *Revista chilena de neuro-psiquiatría*, 39(2), 140-148.

https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92272001000200006&script=sci_arttext&tlng=en

Salvador, G. S. (2004, 1 mayo). Anemias. *Farmacia Profesional*.
<https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-anemias-13061904>

Sebastián Badaró, Leonardo Javier Ibáñez y Martín Jorge Agüero "Sistema experto: Fundamentos, Metodologías y aplicaciones"

https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_24.pdf

Sirpa, G. (2021). "Sistema experto para el diagnóstico y tratamiento de un cuadro clínico, de

anemia en el periodo de gestación, en base a la lógica difusa" Tipo de tesis para optar título de Licenciatura en Informatica. Universidad Mayor de San Andrés.

Situación Actual de la Anemia - Contenido 1 | Anemia. (s. f.).

<https://anemia.ins.gob.pe/situacion-actual-de-la-anemia-c1>

Universidad de Palermo. (2013). Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones. Ciencia y tecnología, 13, 349-364. Obtenido de

https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_24.pdf

World Health Organization: WHO. (2019). Anemia. *www.who.int*.

https://www.who.int/es/health-topics/anaemia#tab=tab_1