UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO MÓVIL QUE PERMITA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES Y ANÁLISIS DE ECOSONOGRAMAS

- APÉNDICES -

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO EN INFORMÁTICA

REALIZADO POR **Khaterine N. Castellano Molina**

PROFESOR GUIA **Ing. Susana García Martínez**

FECHA **Septiembre 2011**

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido ii

Apéndice A: Definiciones complementarias 73

A.1 Términos obstétricos 73

A.1.1 Exploración ecográfica del primer trimestre 73

A.1.2 Exploración ecográfica del segundo trimestre 74

A.1.3 Gonadotropina Coriónica Humana (hGC) 75

A.1.4 Perímetro cefálico 75

A.1.5 Ecografía 75

A.1.6 Vesícula Vitelina 75

A.1.7 Latido Cardíaco 76

A.1.8 Embrión 76

A.2 Términos Sistema experto 76

A.2.1 Tipos de sistemas expertos 76

A.2.2 Ventajas sistemas expertos 77

A.2.3 Desventajas sistemas expertos 78

A.2.4 Métodos para el manejo de la incertidumbre 79

A.2.5 Modus Ponens Incierto 83

A.2.6 Tipos de encadenamiento de reglas 84

Apéndice B: Especificaciones del Equipo de Ultrasonido Obstétrico Logiq P5 85

Apéndice C: Capturas de pantalla de la herramienta Agile Zen 87

Apéndice D: Estudios comparativos sobre los Sistemas Operativos Android vs iOS 89

Apéndice E: Informes de ecografía obstétrica de la Unidad de Ecosonografía del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales, Clínica Maternidad Santa Ana. 90

Apéndice F: Tablas de Biometría Fetal 93

F.1 Edad Gestacional según diámetro medio del Saco Gestacional ... 93

F.2 Edad Gestacional según Longitud Cráneo-Caudal 94

F.3 Edad Gestacional según Diámetro Biparietal 95

F.4 Edad Gestacional según Circunferencia Cefálica 96

F.5 Edad Gestacional según Circunferencia Abdominal 97

F.6 Edad Gestacional según Longitud del Fémur 98

F.7 Edad gestacional según múltiples medidas 99

F.8 Peso neonatal estimado según Circunferencia Abdominal 100

Apéndice G: Estudio comparativo entre CLIPS y JESS 101

Apéndice H: Artefactos complementarios del desarrollo del Proyecto Hera 102

F.1 Iteración 1 102

F.1.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint* 102

F.1.2 Diagrama de *Burn Down* 102

F.2 Iteración 2 103

F.2.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint* 103

F.2.2 Diagrama de *Burn Down* 103

F.3 Iteración 3 104

F.3.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint* 104

F.3.2 Diagrama de *Burn Down* 104

F.4 Iteración 4 105

F.4.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint* 105

F.4.2 Diagrama de *Burn Down* 105

F.5 Iteración 5 106

F.5.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint* 106

F.5.2 Diagrama de *Burn Down* 106

F.6 Iteración 6 107

F.6.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint* 107

F.6.2 Diagrama de *Burn Down* 107

F.7 Iteración 7 108

F.7.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint* 108

F.7.2 Diagrama de *Burn Down* 108

F.8 Iteración 8 109

F.8.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint* 109

F.8.2 Diagrama de *Burn Down* 109

F.9 Iteración 9 110

F.9.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint* 110

F.9.2 Diagrama de *Burn Down* 110

Apéndice I: Capturas de Pantalla del Proyecto Hera 111

I.1 Ingreso a la aplicación móvil 111

I.2 Creación de usuarios 112

I.3 Menú principal de pacientes 113

I.4 Línea de tiempo de las pacientes 114

I.5 Mediciones cualitativas 115

I.6 Visor de archivos para el envío de mediciones 116

I.7 Diagnóstico emitido por el sistema 117

I.8 Listado de pronósticos por trimestre 118

I.9 Pronóstico emitido por el sistema 119

I.10 Distribución de información entre dispositivos 120

Apéndice J: Capturas de pantalla del módulo de aprendizaje 121

J.1 Ingreso al módulo de aprendizaje 121

J.2 Listado de reglas en el sistemas 122

J.3 Módulo de creación de reglas 123

J.4 Archivo de reglas generado 124

Apéndice K: Ejemplo de archivo de reglas por trimestre 125

Apéndice L: Carta de Aceptación del Proyecto Hera 143

Apéndice A: Definiciones complementarias

A.1 Términos obstétricos

A.1.1 Exploración ecográfica del primer trimestre

A.1.1.1 Estimación de la edad gestacional del primer trimestre

Para realizar una estimación aproximada existen dos métodos: el primer método consiste en calcular el diámetro del saco gestacional medio y el segundo consiste en determinar la longitud cráneo-caudal. (Callen P. W., 2009)

A.1.1.2 Saco gestacional

Es la cavidad coriónica en desarrollo y se visualiza como un área anecoica circular rodeada por un grueso anillo brillante. El saco generalmente se localiza en el fondo uterino y puede ser visualizado a los pocos días de la primera falta menstrual (semana 4), mediante ultrasonido transvaginal, con niveles de Gonadotropina Coriónica Humana tan bajos como 500 a 5000 mUI/cc (mili unidades internacionales por centímetros cúbicos). (Mendoza & Aller, 2010).

A.1.1.3 Longitud Cráneo-Caudal (LCC)

La longitud cráneo-caudal se emplea para calcular el crecimiento del embrión y definir la edad gestacional exacta. La medición de la longitud cráneo-caudal se realiza en la sección medio sagital desde el

vértice de la cabeza (coronilla) hasta las nalgas del embrión, con una sonda transvaginal. (Kurjak & Chevernak, 2008).

A.1.2 Exploración ecográfica del segundo trimestre

A.1.2.1 Diámetro occipitofrontal

Es la distancia entre los huesos frontal y occipital medida en el mismo plano de corte utilizado para evaluar el diámetro biparietal. (Lapunzina & Aiello, 2002).

A.1.2.2 Diámetro Biparietal

Consiste en una medición de la distancia entre los dos parietales fetales a través de un corte axial del cráneo. Es la medición más utilizada para establecer la edad gestacional. Así como también es un parámetro de utilidad en el diagnóstico de alteraciones de crecimiento fetal (macrosomía, retraso del crecimiento intrauterino) y de diversos defectos congénitos como microcefalia, hidrocefalia y defectos esqueléticos como la displasia tanatofórica. (Lapunzina & Aiello, 2002).

A.1.2.3 Diámetro transversal del cerebelo

La medición del cerebelo permite establecer la edad gestacional durante el segundo y tercer trimestres con igual precisión que la medición del diámetro biparietal. La realización de este corte evalúa anomalías de la fosa posterior del cráneo, como la malformación de Dandy-Walker y la malformación de Arnold-Chiari secundaria a espina bífida. (Lapunzina & Aiello, 2002).

A.1.2.4 Circunferencia abdominal

La medición de la circunferencia abdominal fetal, es uno de los parámetros más importantes en la estimación del peso fetal , así como la evaluación del crecimiento intrauterino y de los síndromes de crecimiento fetal. (Lapunzina & Aiello, 2002).

A.1.3 Gonadotropina Coriónica Humana (hGC)

Es una hormona, similar a las gonadotropinas hiposifiarias, producida por la placenta durante el embarazo. La hGC mantiene la secreción de progesterona por parte del cuerpo lúteo del ovario. (Oxford University Press, 2007)

A.1.4 Perímetro cefálico

El perímetro cefálico considera el crecimiento global del cráneo y sus estructuras internas. (Lapunzina & Aiello, 2002).

A.1.5 Ecografía

Es un diagnóstico médico basado en las imágenes obtenidas mediante el procesamiento de los ecos reflejados por las estructuras corporales, gracias a la acción de pulsos de ondas ultrasónicas. (Díaz, 2011)

A.1.6 Vesícula Vitelina

Estructura circular oscura dentro del saco gestacional, la cual puede ser visualizada por vía vaginal en la semana 5. Su diámetro

aumenta de 2 a 9 mm entre las semanas 5 y 11. El saco vitelino está localizado por fuera del saco que contiene el líquido amniótico, por tanto, su visualización se hace difícil después de la semana 11, cuando el saco lo comprime contra la pared interna del útero. (FUNDAFER, 2008)

A.1.7 Latido Cardíaco

La viabilidad del embarazo sólo puede ser confirmada cuando se detecta el latido cardíaco después de la semana 5-6, cuando se usa la vía vaginal y de la semana 6-7, por vía abdominal. La frecuencia cardiaca se encuentra inicialmente en el rango de 80 a 100 latidos/minuto, entre las semanas 6 y 7, luego se incrementa rápidamente entre 160 y 190 latidos por minuto en la semana 9. (Mendoza & Aller, 2010)

A.1.8 Embrión

El período desde la concepción hasta el final de la semana 9 es conocido como "período embrionario". El embrión puede ser visualizado y medido a partir de la semana 5-6, por vía transvaginal. Inicialmente, se observa como un pequeño elemento blanco, en forma de coma, flotando en el líquido amniótico, que aparece como un elemento circular de color negro. (Mendoza & Aller, 2010)

A.2 Términos Sistema experto

A.2.1 Tipos de sistemas expertos

Los tipos de sistema experto se pueden clasificar según la naturaleza del problema de la siguiente manera:

- Determinísticos: los problemas de este tipo pueden ser formulados usando un conjunto de reglas que relacionen varios objetos bien definidos. Los sistemas expertos que tratan problemas deterministas son conocidos como sistemas basados en reglas, porque sacan conclusiones basándose en un conjunto de reglas utilizando un mecanismo de razonamiento lógico.
- Estocásticos: en situaciones inciertas, es necesario introducir algunos medios para tratar la incertidumbre. Por ejemplo, algunos sistemas expertos usan la misma estructura que los sistemas expertos basados en reglas, pero introducen una manera asociada a la incertidumbre de las reglas y sus premisas. (Martín & León, 2003)

A.2.2 Ventajas sistemas expertos

- Replicación: los sistemas expertos reproducen el conocimiento y heurística de los expertos humanos. Esto permite que se pueda copiar y distribuir la experiencia tanto como se necesite a un costo razonable.
- Fácil modificación: el conocimiento cambia frecuentemente, por lo cual el proceso de modificación facilita la separación del conocimiento del mecanismo de inferencia.
- Consistencia en las respuestas: los expertos humanos pueden dar soluciones diferentes al mismo problema, incluso en diferentes ocasiones. Por su parte, los sistemas expertos son siempre

consistentes en la solución de los problemas, brindando respuestas iguales todo el tiempo.

- Disponibilidad: a diferencia de los expertos humanos, los sistemas expertos se encuentran disponibles las 24 horas del día.
- Preservación de la experiencia: el conocimiento de los expertos humanos presente en los sistemas expertos, pueden ser preservados para la posteridad.
- Solución a problemas con datos incompletos: los sistemas expertos debido a su naturaleza heurística, son capaces de resolver problemas con datos incompletos o inciertos.
- Explicación de la solución: una característica clave de los sistemas expertos es que son capaces de explicar como llegaron a sus conclusiones, qué decisiones tomarón y el por qué. Esta explicación clarifica y justifica los resultados. (Salazar Serrudo, 2003)

A.2.3 Desventajas sistemas expertos

- Sentido común: además de una gran cantidad de conocimientos técnicos, los expertos humanos poseen sentido común. Este todavía no ha podido ser representado en los sistemas expertos.
- Creatividad: los expertos humanos pueden responder creativamente a situaciones inusuales, los sistemas expertos no pueden.

- Aprendizaje: los expertos humanos se adaptan automáticamente a los cambios ambientales, los sistemas expertos deben ser explícitamente actualizados.
- Experiencia sensorial: los expertos humanos tienen a su disposición una amplia gama de experiencia sensorial, mientras que los sistemas expertos dependen de una fuente simbólica.
- Degradación: los sistemas expertos no son buenos para reconocer cuando no existe una respuesta, o cuanto el problema está fuera de su área de especialización. (Gurnadi, 2004)

A.2.4 Métodos para el manejo de la incertidumbre

A.2.4.1 Dempster-Shafer

La teoría de Dempster-Shafer es una extensión a la teoría de la probabilidad para describir incertidumbre en la evidencia.

Se centra en la credibilidad que se asigna a que un evento pueda ocurrir (o haya ocurrido), desde el punto de vista y de acuerdo a la experiencia de la persona que toma las decisiones, en contraste con la probabilidad clásica, que supone la existencia de valores de probabilidad asociados a eventos determinados independientemente de que el observador pueda conocer el valor real de la probabilidad.

Además, la teoría de Dempster-Shafer permite que la evidencia adquirida mediante observaciones o experimentos apoye al mismo tiempo varias conclusiones mutuamente excluyentes o ninguna conclusión en particular. (Salas Costumero & Sanz Berjas, 2009)

Ventajas de Dempster-Shafer

- Intervalo de creencia.
- Representación de ignorancia.
- Representa "la forma en que los expertos usan la evidencia".

Desventajas de Dempster-Shafer

- Falta de rigor: la regla de combinación de Dempster se presenta sin ninguna justificación como una fórmula que parece reflejar la acumulación de evidencia.
- Interpretación del intervalo de creencia, que desde el punto de vista de los defensores de la Inferencia Bayesiana es errónea.
- Complejidad computacional: el tamaño del conjunto de hipótesis considerado $P(\Theta)$ depende exponencialmente del tamaño del conjunto de hipótesis de partida Θ, con lo que el problema de asignar probabilidades de creencia a las hipótesis es también exponencial.
- Limitaciones sobre las hipótesis, que deben ser mutuamente excluyentes, condición que no es siempre posible conseguir ni es suficiente para representar la realidad en todos los casos.
- Limitaciones sobre las evidencias, que se supone que deben ser independientes, algo que no siempre se puede conseguir.
- Restricciones en la combinación de evidencias, la exigencia de eliminar todos los conflictos entre las evidencias lleva a resultados que no son intuitivos y que resultan incorrectos

A.2.4.2 Lógica Difusa

Es una lógica multi-valuada que permite (por medio de conjuntos de pertenencia) una forma más práctica de enfocar los problemas como se ven en el mundo real. Al contrario que la información binaria (si/no), la lógica difusa emula la habilidad de razonamiento y hace uso de datos aproximados para encontrar soluciones precisas.

Se puede configurar un sistema difuso para mapear entradas en salidas, con el mismo propósito que cualquier otro sistema de computación. Básicamente, consiste de 3 etapas: fusificación, evaluación de reglas y defusificación.

- Fusificación, es un proceso de traducción para obtener la representación difusa a partir de los valores actuales o crisp (por ejemplo, temperatura), para lo cual utiliza las funciones de pertenencia.
- Evaluación de reglas o inferencia difusa, es la forma de producir respuestas numéricas difusas a partir de reglas lingüísticas aplicadas a los valores difusos de entrada.
- Defusificación, es un proceso de traducción que permite obtener un valor numérico representativo de todas las salidas a partir de la información difusa que produce la evaluación de reglas. (Acosta, 2006)

Ventajas de la lógica difusa

- No requiere construcciones matemáticas complejas.
- Uso de lenguaje natural.

- Facilidad de configuración
- Si bien la inferencia se realiza por medio de lógica difusa, se obtienen resultados precisos.
- Fácil adaptación a trabajos en colaboración con otras técnicas.

Desventajas de la lógica difusa

- Se debe entender y ser capaz de definir el problema.
- Se deben evaluar y ajustar los resultados.

A.2.4.3 Factores de Certeza

Durante el desarrollo de MYCIN, los investigadores descubrieron que el modelo bayesiano era inadecuado para manejar incertidumbre, porque en el área médica es difícil contar con la gran cantidad de datos que el Teorema de Bayes requiere. Además, los estudios indican que los médicos parecen razonar capturando evidencias que confirmen o nieguen sus hipótesis y éstas evidencias las consiguen independientemente, en contraposición con el proceso usado por la técnica bayesiana que usa probabilidades condicionadas.

Por otro lado, existe la necesidad de representar el conocimiento médico explícitamente (lo que no puede hacerse usando probabilidades), para que el sistema pueda explicar su razonamiento. Estas razones hicieron que se desarrollara el formalismo de los factores de certeza (FC), el cual se basa vagamente en el análisis bayesiano y varía ligeramente de implementación a implementación. (Salazar Serrudo, 2003)

Ventajas de los factores de certeza

- Es la técnica más popular debido a que su modelo computacional es simple.
- Permite que el conocimiento representado mediante reglas pueda cuantificarse con incertidumbre.
- La obtención de los factores de certeza es significantemente más fácil que la obtención de valores de otros métodos.
- No se requiere una base estadística, solamente se pregunta al experto para conseguir los valores.

Desventajas de los factores de certeza

- Se considera que el éxito se debe principalmente al conocimiento representado en las reglas, más que a los valores de los factores de certeza asociados al conocimiento.
- Débil fundamento teórico

A.2.5 Modus Ponens Incierto

Se puede definir como la regla de inferencia más comúnmente utilizada para obtener conclusiones simples. En ella, se examina la premisa de la regla, y si es cierta, la conclusión pasa a formar parte del conocimiento, con un factor de certeza determinado. (Gutiérrez, 2003)

$$\frac{\begin{array}{l}\text{Si } E \text{ entonces } H, \text{ con } FC(H,E) \\ E, \text{ con } FC(E)\end{array}}{H, \text{ con } FC(H) = f_{mp}(FC(E), FC(H,E))}$$

Figura 1: Representación del Modus Ponens.

Fuente: (Díez, 2003)

A.2.6 Tipos de encadenamiento de reglas

- Encadenamiento hacia delante: permite comenzar por la oraciones que están en la base de conocimientos y generar nuevas conclusiones. Se utiliza cuando se incorpora en la base de datos un nuevo hecho.
- Encadenamiento hacia atrás: permite empezar por algo que se desea demostrar, donde se buscan las oraciones que permitan llegar a determinada conclusión, y por último tratar de establecer las premisas correspondientes. Se utiliza cuando es necesario demostrar una meta. (IA3, 2003)

Apéndice B: Especificaciones del Equipo de Ultrasonido Obstétrico Logiq P5

Dispositivos próximos al paciente

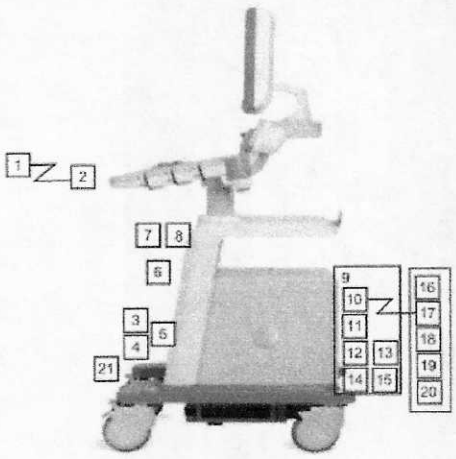


figura 1-1. Dispositivos próximos al paciente

1. Dispositivo periférico (puerto de E/S de señales, entrada de alimentación)
2. Panel frontal (puerto de E/S de señales, salida de alimentación)
3. Sondas que no son de imagen
4. Sondas de imagen
5. Puerto de sonda
6. Cable de ECG
7. Panel de entrada de señales fisiológicas
8. Panel posterior
9. Puerto de E/S de señales
10. Salida de alimentación
11. Puerto de E/S de señales
12. Conector del interruptor de pedal
13. Entrada de alimentación
14. Dispositivos periféricos
15. Puerto de E/S de señales
16. Entrada de alimentación
17. Interruptor de pedal
18. Línea de alto voltaje (AC~)
19. Línea a tierra
20. Cable de alimentación con conexión a tierra
21. Unidad de DVD

Figura B. 1: Dispositivos del Equipo de Ultrasonido Obstétrico Logiq P5.Fuente: Manual básico de Usuario Logiq P5/Logiq A5 General Electric (General Electric Co., 2006)

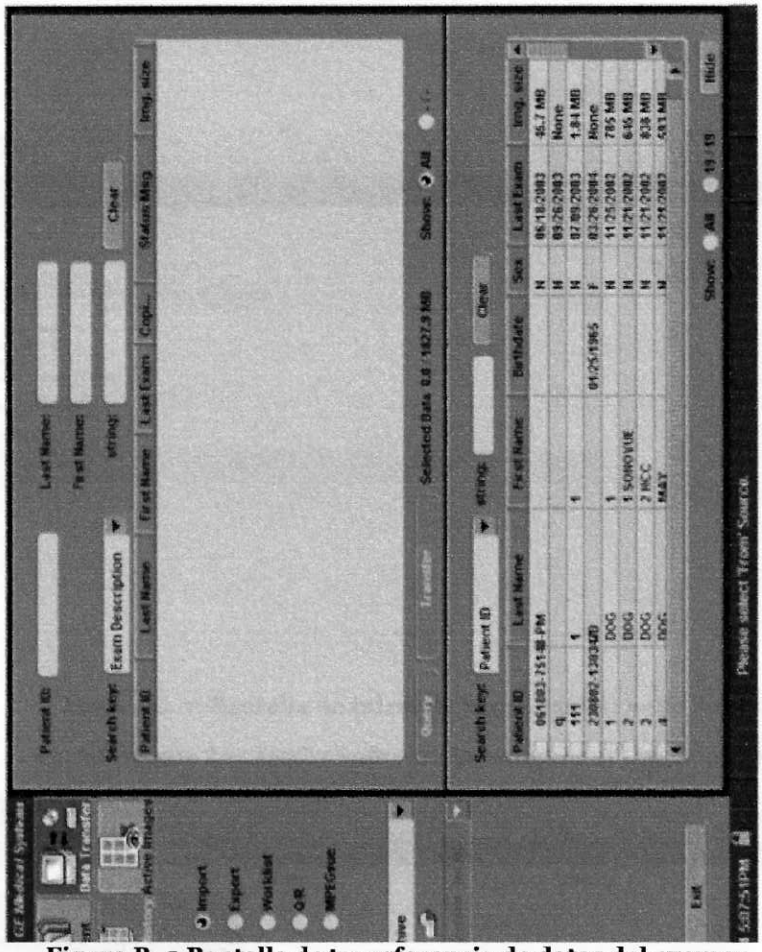


Figura B. 2 Pantalla de transferencia de datos del examen.

Fuente: Guía rápida Logiq P5/A5. (General Electric Co., 2006)

Apéndice C: Capturas de pantalla de la herramienta Agile Zen

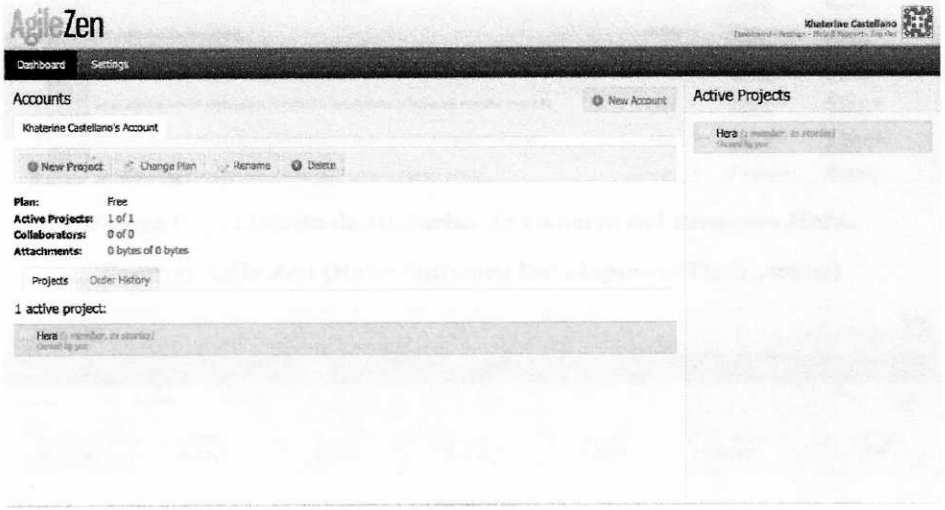


Figura C. 1: Pantalla de inicio de la aplicación Agile Zen.

Fuente: Agile Zen (Rally Software Development Corp., 2010)

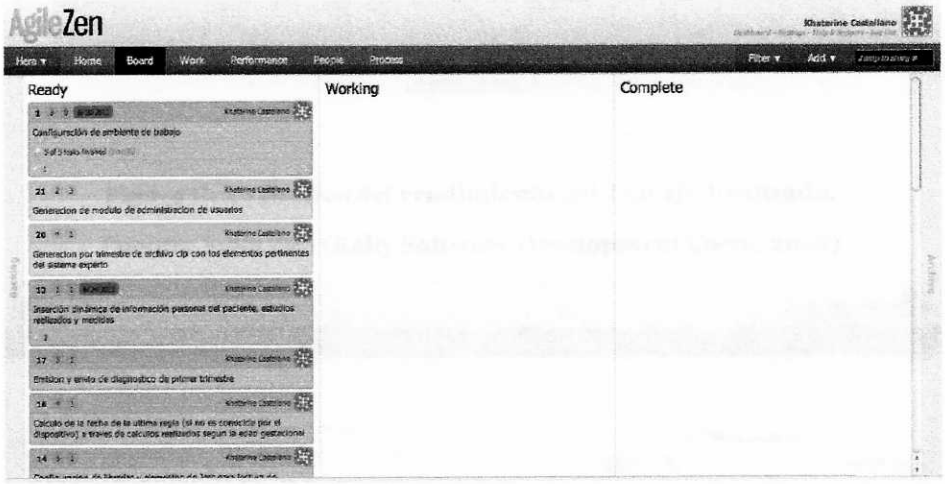


Figura C. 2 Gestión de las historias de usuario.

Fuente: Agile Zen (Rally Software Development Corp., 2010) (Rally Software Development Corp., 2010)

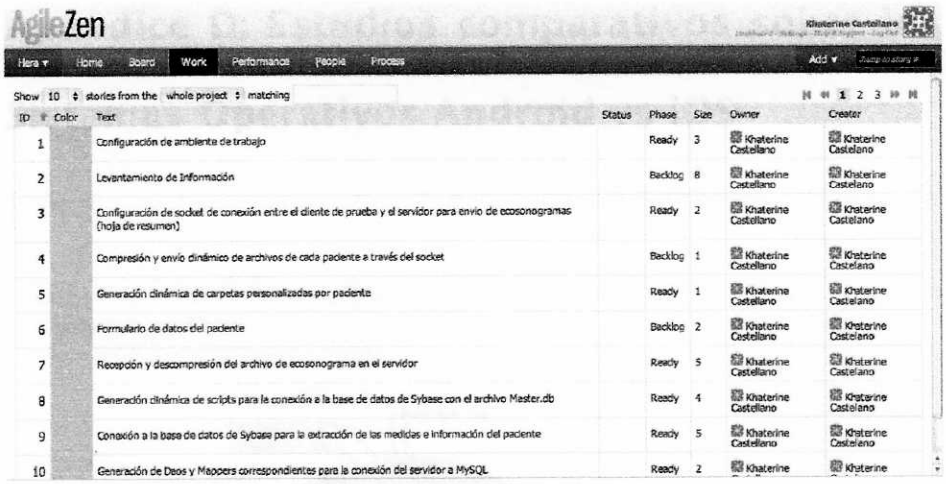


Figura C. 3: Listado de Historias de Usuario del Proyecto Hera.

Fuente: Agile Zen (Rally Software Development Corp., 2010)

Figura C. 4 : Gráfico del rendimiento del Trabajo Realizado.

Fuente: Agile Zen (Rally Software Development Corp., 2010)

Figura C. 5: Gestión de Historias de Usuario.

Fuente: Agile Zen (Rally Software Development Corp., 2010)

Apéndice D: Estudios comparativos sobre los Sistemas Operativos Android vs iOS

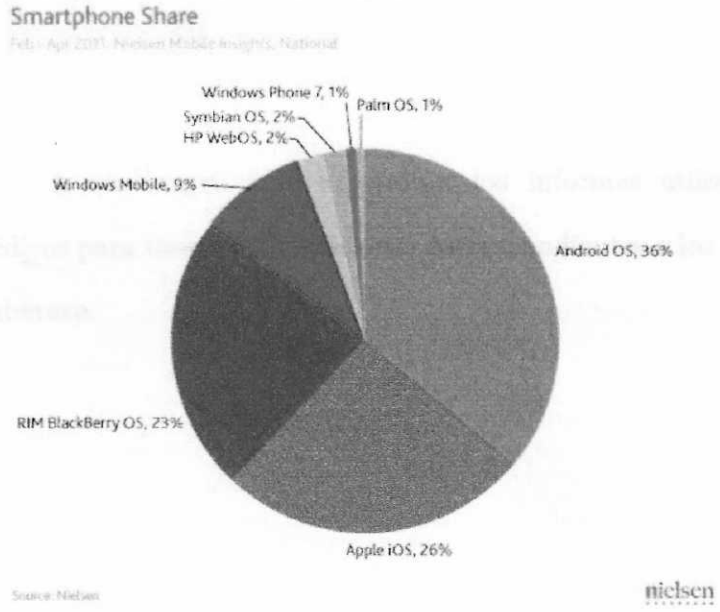


Figura D. 1 Cuota de mercado de Sistemas Operativos Móviles (Febrero – Abril 2011). Fuente: Nielsen Company (Sievers, 2011)

Apéndice E: Informes de ecografía obstétrica de la Unidad de Ecosonografía del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales, Clínica Maternidad Santa Ana.

A continuación se expondrán los informes utilizados por los médicos para tomar las mediciones correspondientes a los trimestres del embarazo.

Instituto Venezolano de los Seguros Sociales
Clínica Maternidad Santa Ana
Unidad de Ecosonografía

INFORME ECOGRAFICO OBSTERICO
I Trimestre

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Gestas: Para: Abortos: Cesarea: Otros:

F.U.R.: F.P.P.: E.G.:

Se realizo estudio ecografico Obstetrico en tiempo real, en múltiples planos,con trasductor transvaginal multifrecuencial desde 3,5 hasta 7 Mhz, evidenciandoce:

Útero Forma Bordes Posición
Longitudinal Anteroposterior Transverso
Miometrio: _____

Ovario _____ : _____ X _____ X _____ con cuerpo luteo de: _____ x _____

Saco gestacional
Forma Ubicación Bordes
Diametro longitudinal Anteroposterior Transverso Acorde a: _____
Vesicula vitelina Reaccion decidual

Embrión Visible Si No **Longitud cráneo caudal** **Acorde a:** _____
Hueso nasal Presente Ausente
Traslucencia nucal
Actividad cardiaca Si No Movimientos Si No Ductus venoso Angulo Facial R. tricuspidea Normal Patologico

Otros: _____

Diagnostico: Signos ecograficos sugestivos de:
1. _____
2. _____
3. _____

Ecosonograma obstetrico del 1er trimestre

Figura E. 1: Informe Ecográfico Obstétrico del Primer Trimestre.

Fuente: IVSS Clínica Maternidad Santa Ana

Apéndice F: Tablas de Biometría Fetal

F.1 Edad Gestacional según diámetro medio del Saco Gestacional

Diámetro medio del saco (mm)	Intervalo de edad gestacional (Semanas) = 95% IC
2	5,0 (4,5-5,5)
3	5,1 (4,6-5,6)
4	5,2(4,8-5,7)
5	5,4(4,9-5,8)
6	5,5(5,0-6,0)
7	5,6(5,1-6,1)
9	5,9(5,4-6,3)
10	6,0(5,5-0,5)
11	6,1(5,6-6,6)
12	6,2(5,8-6,7)
13	6,4(5,9-6,8)
14	6,5(6,0-7,0)
15	6,6(6,2-7,1)
16	6,7(6,3-7,2)
17	6,9(6,4-7,3)
18	7,0(6,5-7,5)
19	7,1(6,6-7,6)
20	7,3(6,8-7,7)
21	7,4(6,9-7,8)
22	7,5(7,0-8,0)
23	7,6(7,2-8,1)
24	7,8(7,3-8,2)

Tabla F. 1: Relación entre diámetro medio del saco y edad gestacional. Fuente: (Callen, 2009)

F.2 Edad Gestacional según Longitud Cráneo-Caudal

Longitud Cráneo Caudal	Edad Gestacional (Días)	Longitud Cráneo Caudal	Edad Gestacional (Días)
1	-	28	67
2	43	29	68
3	44	30	69
4	45	31	70
5	46	32	71
6	47	33	71
7	48	34	72
8	49	35	73
9	50	36	73
10	51	37	74
11	52	38	75
12	53	39	75
13	54	40	76
14	55	41	77
15	56	42	77
16	57	43	78
17	58	44	79
18	59	45	79
19	60	46	80
20	61	47	80
21	62	48	81
22	62	49	82
23	63	50	82
24	64	51	83
25	65	52	83
26	66	53	84
27	67	54	84

Tabla F. 2 Edad Gestacional esperada en función de la Longitud Cráneo-Caudal.

Fuente: (Keats & Sistrom, 2002)

F.3 Edad Gestacional según Diámetro Biparietal

Semanas	p5	p50	p95
14	27	30	34
15	29	33	37
16	33	37	41
17	36	40	44
18	39	44	48
19	42	46	51
20	45	50	54
21	48	53	57
22	50	55	60
23	53	58	63
24	55	61	67
25	59	64	70
26	63	69	75
27	67	72	77
28	69	74	80
29	73	78	83
30	74	80	86
31	76	82	88
32	79	83	88
33	80	86	92
34	82	88	93
35	83	89	95
36	86	91	96
37	88	92	97
38	88	93	99
39	88	94	99
40	86	92	98

Tabla F. 3 Resumen de las medidas del Diámetro Biparietal según la Edad Gestacional.

Fuente: (Astudillo D et Al., 2008)

F.4 Edad Gestacional según Circunferencia Cefálica

Semanas	p5	p50	p95
12	68,1	57,1	79,2
13	82,2	70,8	93,6
14	96,0	84,2	107,8
15	109,7	97,5	121,9
16	123,1	110,6	135,7
17	136,4	123,5	149,3
18	149,3	136,0	162,7
19	162,0	148,3	175,7
20	174,5	160,4	188,6
21	186,6	172,1	201,1
22	198,5	183,6	213,3
23	210,0	194,8	225,3
24	221,2	205,6	236,9
25	232,1	216,1	248,1
26	242,6	226,2	259,0
27	252,7	235,9	269,5
28	262,5	245,3	279,6
29	271,8	254,3	289,4
30	280,7	262,8	298,7
31	289,2	270,9	307,6
32	297,3	278,6	316,0
33	304,9	285,8	324,0
34	312,0	292,6	331,5
35	318,7	298,8	338,5
36	324,8	304,6	345,0
37	330,4	309,8	351,0
38	335,5	314,5	356,5
39	340,0	318,7	361,4
40	344,0	323,3	365,8

Tabla F. 4 Circunferencia Cefálica según Edad Gestacional.

Fuente: (Loughna, Chitty, Evans, & Chudleigh, 2009)

F.5 Edad Gestacional según Circunferencia Abdominal

Semanas	p5	p50	p95
15	9,00	9,20	10,20
16	10,10	10,50	11,30
17	11,20	11,80	12,40
18	14,03	15,05	16,95
19	15,10	15,70	17,59
20	15,19	15,86	16,74
21	16,60	17,12	18,58
22	17,71	18,89	19,74
23	19,08	19,95	20,42
24	20,31	21,45	22,82
25	20,26	22,01	24,39
26	22,63	23,11	26,72
27	22,90	25,57	27,12
28	24,15	25,98	27,21
29	27,18	28,63	30,60
30	27,18	28,13	30,11
31	28,22	29,50	30,64
32	28,87	30,48	32,43
33	29,80	30,87	32,48
34	30,56	31,63	33,63
35	33,11	35,68	36,25
36	34,65	36,66	37,80
37	36,22	37,33	38,23
38	37,07	36,82	38,49
39	35,93	36,90	38,15
40	37,33	39,56	41,23

Tabla F. 5 Circunferencia abdominal (cm) según Edad Gestacional.

Fuente: (Lapunzina & Aiello, 2002)

F.6 Edad Gestacional según Longitud del Fémur

Semanas	p5	p50	p95
12	6	7	8
13	9	10	11
14	11	13	15
15	14	16	18
16	17	20	23
17	20	23	26
18	22	26	30
19	25	29	33
20	27	31	35
21	29	34	39
22	32	37	44
23	34	40	46
24	36	42	48
25	39	45	52
26	40	47	54
27	42	49	56
28	45	52	59
29	46	54	62
30	48	56	64
31	50	58	66
32	52	60	68
33	53	62	71
34	55	64	73
35	57	66	75
36	58	68	78
37	59	69	79
38	61	71	81
39	63	73	83
40	64	74	84

Tabla F. 6 Longitud del fémur (mm) según Edad Gestacional.

Fuente: (Lapunzina & Aiello, 2002)

F.7 Edad gestacional según múltiples medidas

EG	DMS	LCC	DBP	LF	CC	CA
4	3					
5	6					
6	14					
7	27	8				
8	29	15				
9	33	21				
10		31				
11		41				
12		51	21	8	70	56
13		71	25	11	84	69
14			28	15	98	81
15			32	18	111	93
16			35	21	124	105
17			39	24	137	117
18			42	27	150	129
19			46	30	162	141
20			49	33	175	152
21			52	36	187	164
22			55	39	198	175
23			58	42	210	186
24			61	44	221	197
25			64	47	232	208
26			67	49	242	219
27			69	52	252	229
28			72	54	262	240
29			74	56	271	250
30			77	59	280	260
31			79	61	288	270
32			82	63	296	280
33			84	65	304	290
34			86	67	311	299
35			88	68	318	309
36			90	70	324	318
37			92	72	330	327
38			94	73	335	336
39			95	75	340	345
40			97	76	344	354

Tabla F. 7 Edad gestacional según Diámetro Medio del Saco (DMS), Longitud Cráneo-Caudal (LCC), Diámetro Biparietal(DBP), Longitud del Fémur(LF), Circunferencia cefálica (CC) y Circunferencia Abdominal(CA). Fuente: (Brookside Associates, 2009)

F.8 Peso neonatal estimado según Circunferencia Abdominal

Circunferencia Abdominal	p5	p50	p95
200	-	320	850
210	-	510	1050
220	200	700	1220
230	400	890	1410
240	580	1100	1590
250	770	1290	1790
260	1000	1470	1970
270	1150	1670	2170
280	1350	1870	2380
290	1550	2160	2570
300	1760	2250	2750
310	2000	2450	2950
320	2150	2640	3140
330	2340	2820	3330
340	2450	3030	3520
350	2740	3220	3720
360	2930	3420	3920
370	3120	3600	4120
380	3300	3800	4310
390	3500	4000	4500
400	3680	4190	4690
410	3380	4770	4900
420	4070	4970	5100
430	4250	5160	5300
440	4420	5350	5500
450	4630	5560	5670

Tabla F. 8 Peso neonatal estimado (g) según circunferencia abdominal (mm).

Fuente: (Lapunzina & Aiello, 2002)

Apéndice G: Estudio comparativo entre CLIPS y JESS

	CLIPS	JESS
Obtención e Instalación del Software	Gratis y fácil de instalar	Licencia comercial o académica y fácil de instalar
Lenguaje	Parecido a LISP	Parecido a LISP
Cantidad de estrategias de disparo de reglas	7	2
Documentación	Extensa, Disponible en línea	Extensa, Disponible en línea y en libros
Incorporación de paradigma orientado a objetos	Clips Oriented Object Language (COOL)	Java
Algoritmo para detección de patrones	Rete	Rete
Múltiples sistemas expertos en un proceso	No	Si, a través de los hilos de Java

Tabla 1 : Cuadro comparativo entre CLIPS y JESS.

Fuente: Adaptado del Aplicaciones industriales de la Inteligencia artificial. (Van Laerhoven, 2003)

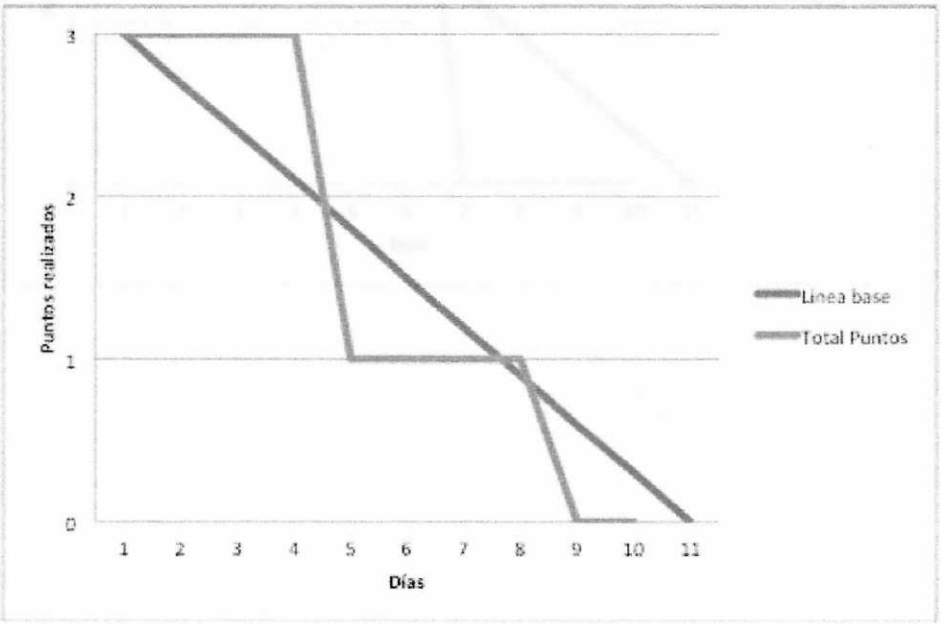
Apéndice H: Artefactos complementarios del desarrollo del Proyecto Hera

F.1 Iteración 1

F.1.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint*

ID	Historias de Usuario	Estado	Puntaje
1	Evaluación de estrategias para obtención de información	Completado	2
2	Evaluación de la plataforma móvil	Completado	1

F.1.2 Diagrama de *Burn Down*

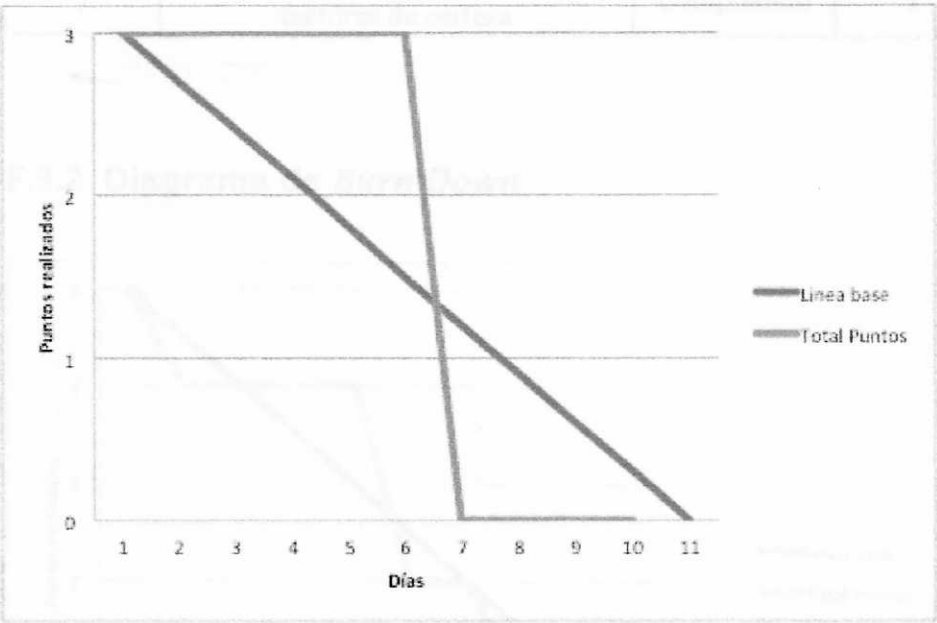


F.2 Iteración 2

F.2.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint*

ID	Historias de Usuario	Estado	Puntaje
3	Organización y configuración del ambiente de trabajo	Completado	3

F.2.2 Diagrama de *Burn Down*

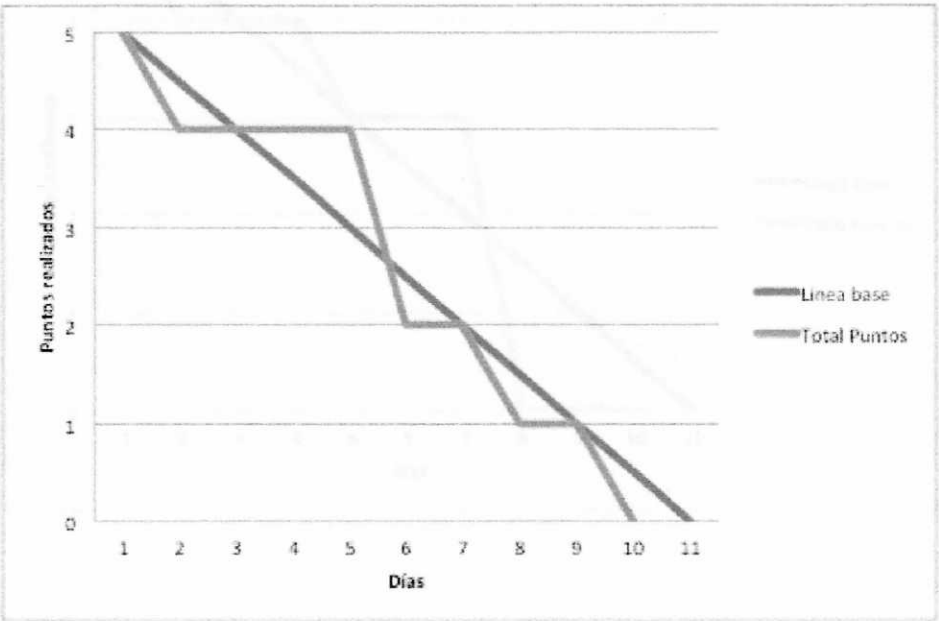


F.3 Iteración 3

F.3.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint*

ID	Historias de Usuario	Estado	Puntaje
4	Identificación del dominio del sistema experto	Completado	1
5	Análisis de patrones y parámetros del crecimiento embrionario	Completado	2
6	Selección de la herramienta de construcción del sistema experto	Completado	1
7	Cálculo e incorporación de los factores de certeza	Completado	1

F.3.2 Diagrama de *Burn Down*

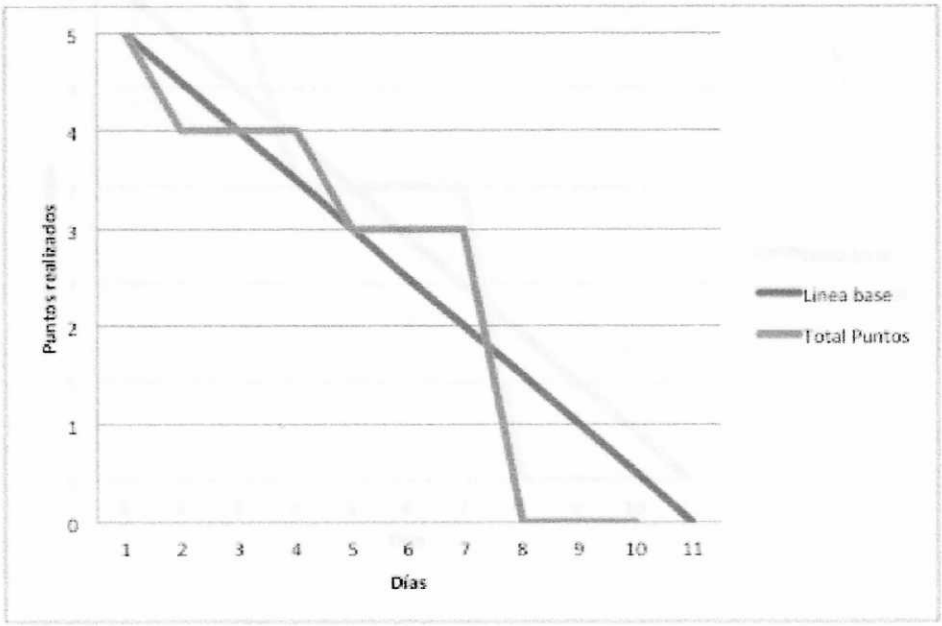


F.4 Iteración 4

F.4.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint*

ID	Historias de Usuario	Estado	Puntaje
8	Módulo de gestión de usuarios	Completado	1
9	Módulo de gestión de ecosonogramas	Completado	1
10	Interpretación de mediciones y emisión de diagnósticos	Completado	3

F.4.2 Diagrama de *Burn Down*

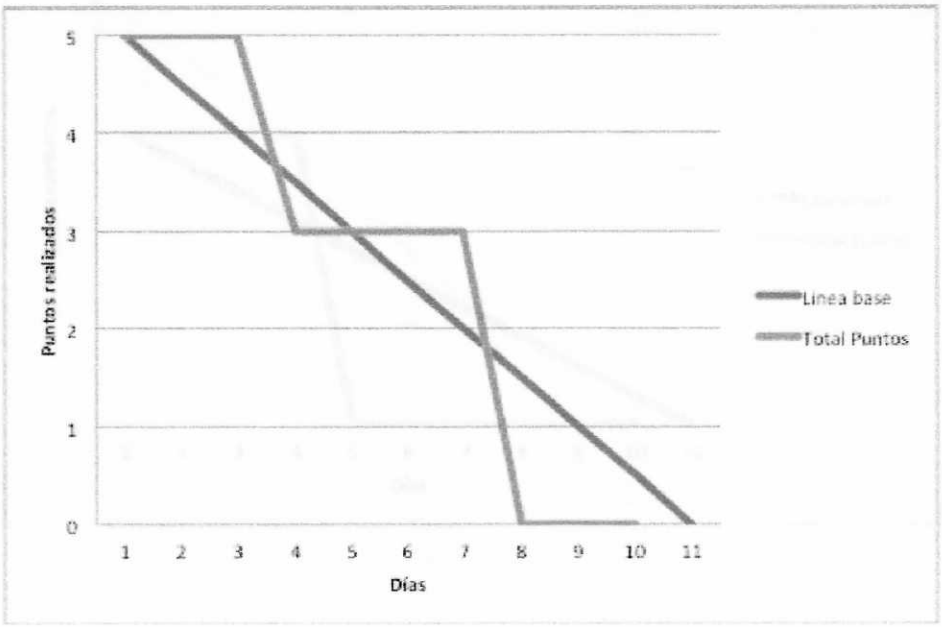


F.5 Iteración 5

F.5.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint*

ID	Historias de Usuario	Estado	Puntaje
11	Desarrollo de la línea de tiempo del embarazo	Completado	2
12	Estudio de biometría fetal por trimestre para calculo de pronóstico	Completado	3

F.5.2 Diagrama de *Burn Down*

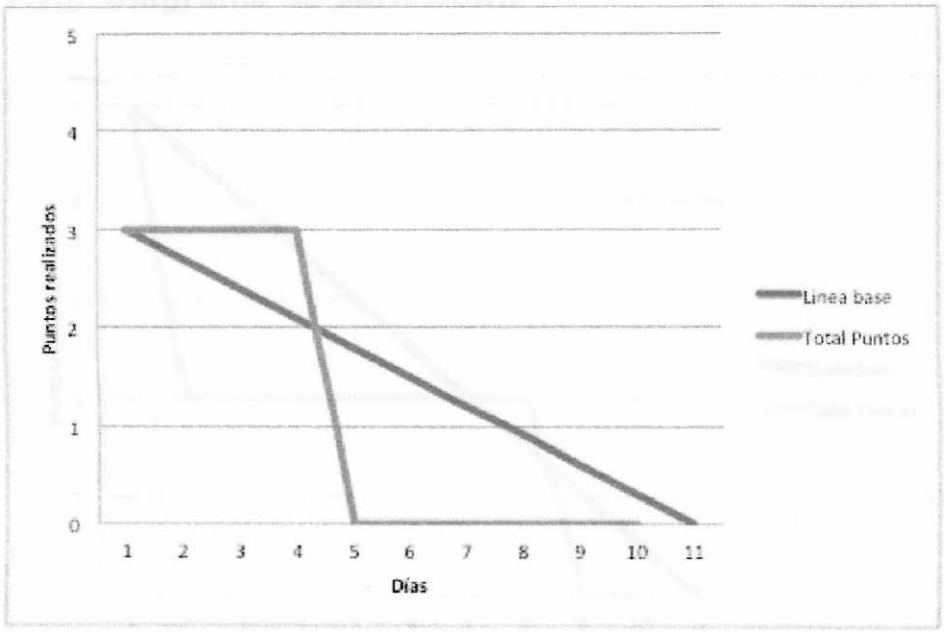


F.6 Iteración 6

F.6.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint*

ID	Historias de Usuario	Estado	Puntaje
13	Distribución de información entre dispositivos	Completado	3

F.6.2 Diagrama de *Burn Down*

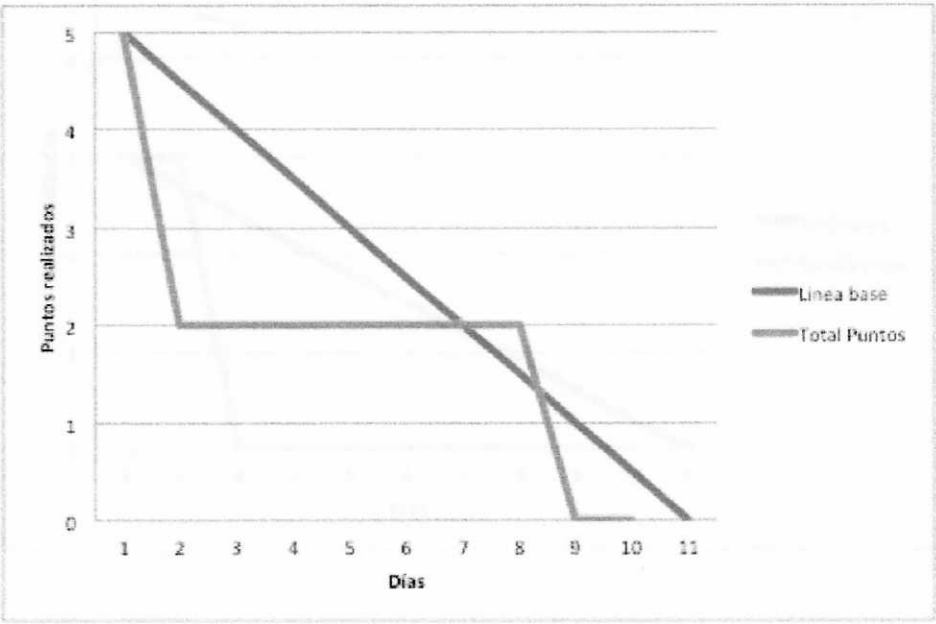


F.7 Iteración 7

F.7.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint*

ID	Historias de Usuario	Estado	Puntaje
14	Módulo de aprendizaje	Completado	3
15	Módulo de explicación	Completado	2

F.7.2 Diagrama de *Burn Down*

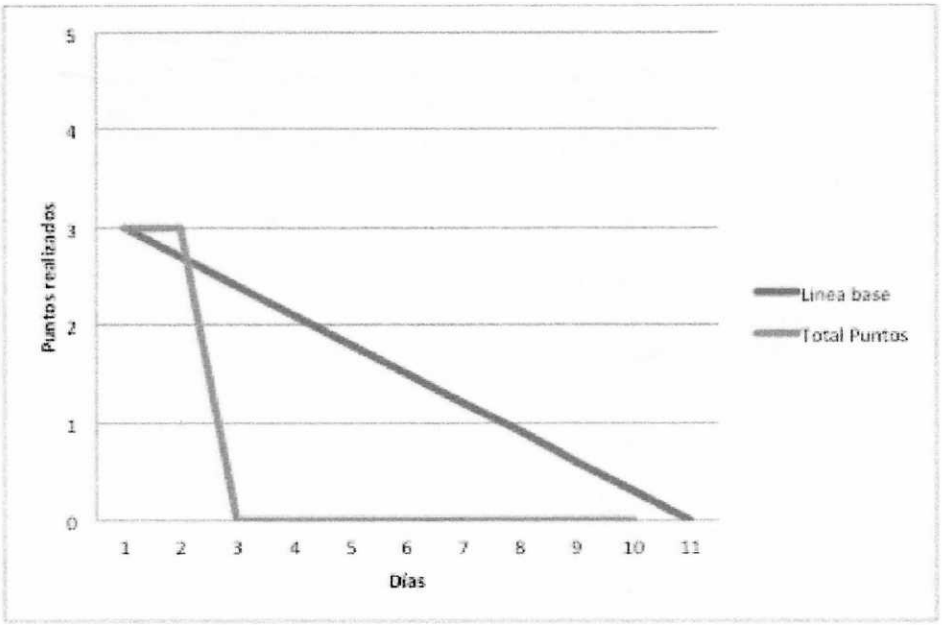


F.8 Iteración 8

F.8.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint*

ID	Historias de Usuario	Estado	Puntaje
16	Pruebas de diagnóstico	Completado	3

F.8.2 Diagrama de *Burn Down*

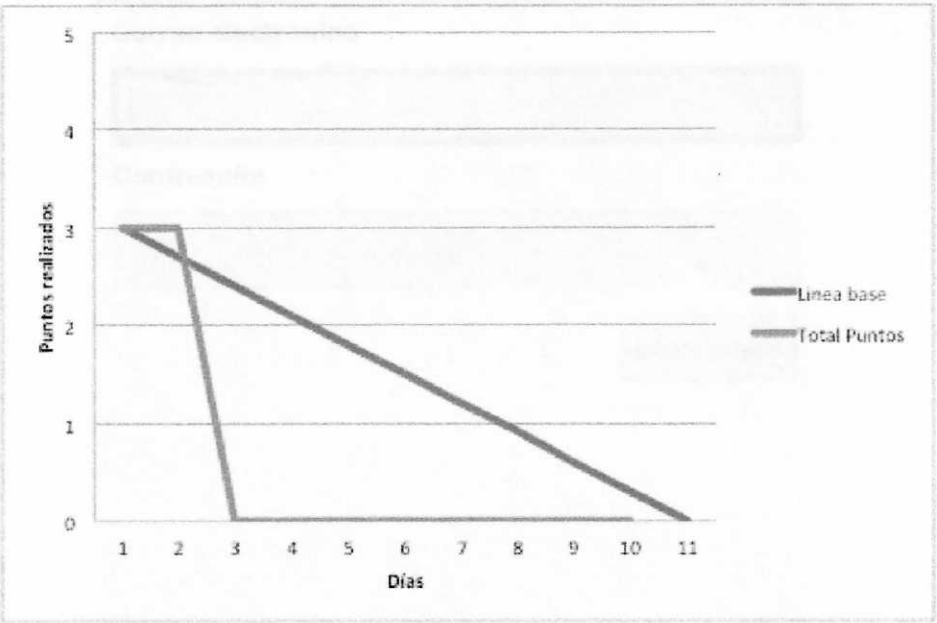


F.9 Iteración 9

F.9.1 Pila de Historias de Usuario del *Sprint*

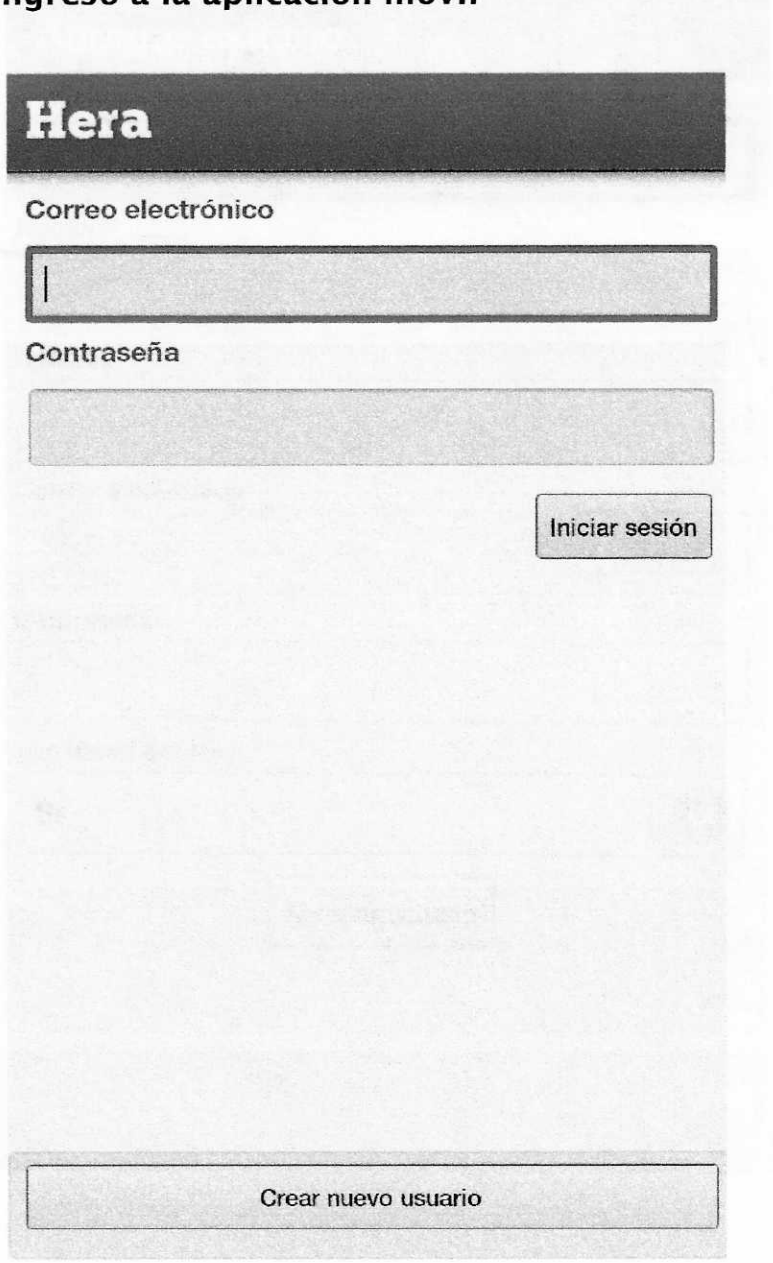
ID	Historias de Usuario	Estado	Puntaje
17	Pruebas de pronóstico	Completado	3

F.9.2 Diagrama de *Burn Down*

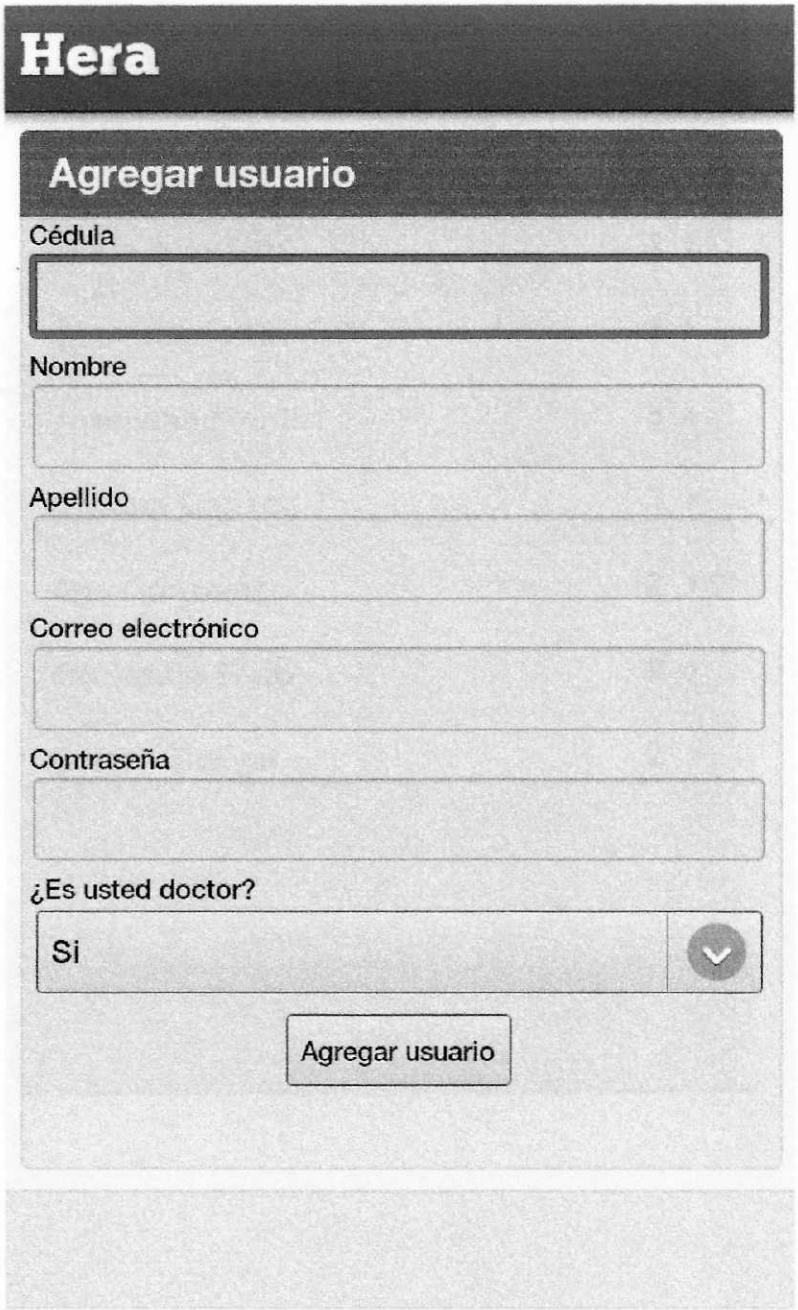


Apéndice I: Capturas de Pantalla del Proyecto Hera

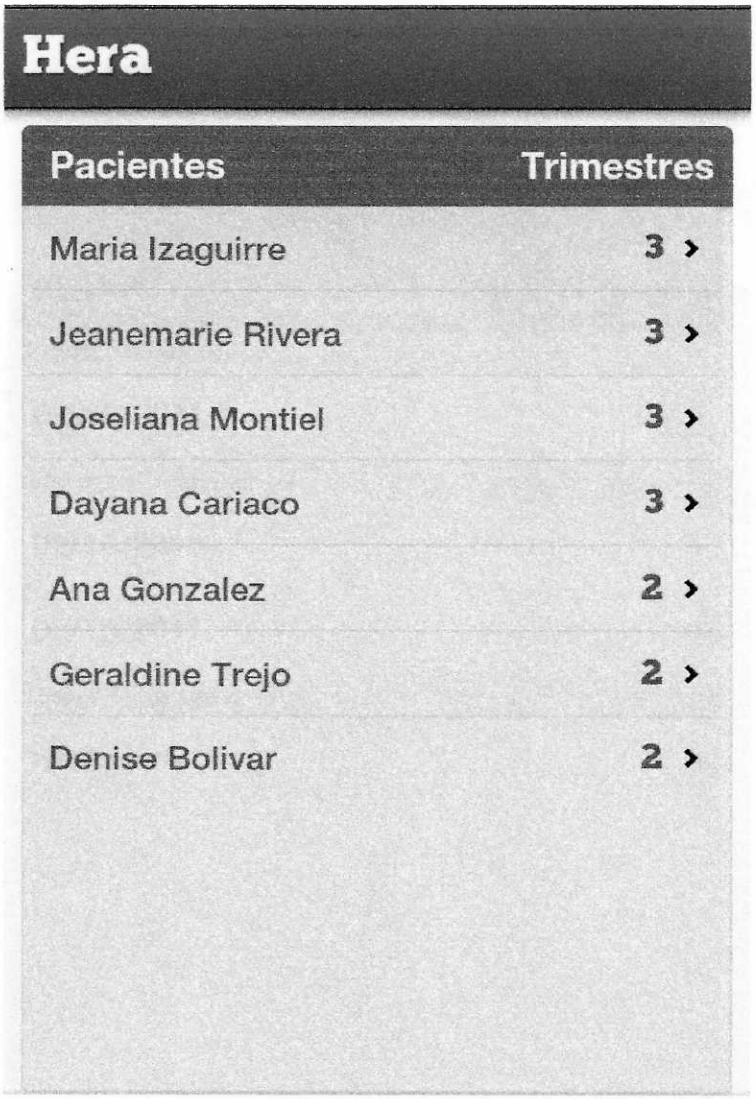
I.1 Ingreso a la aplicación móvil



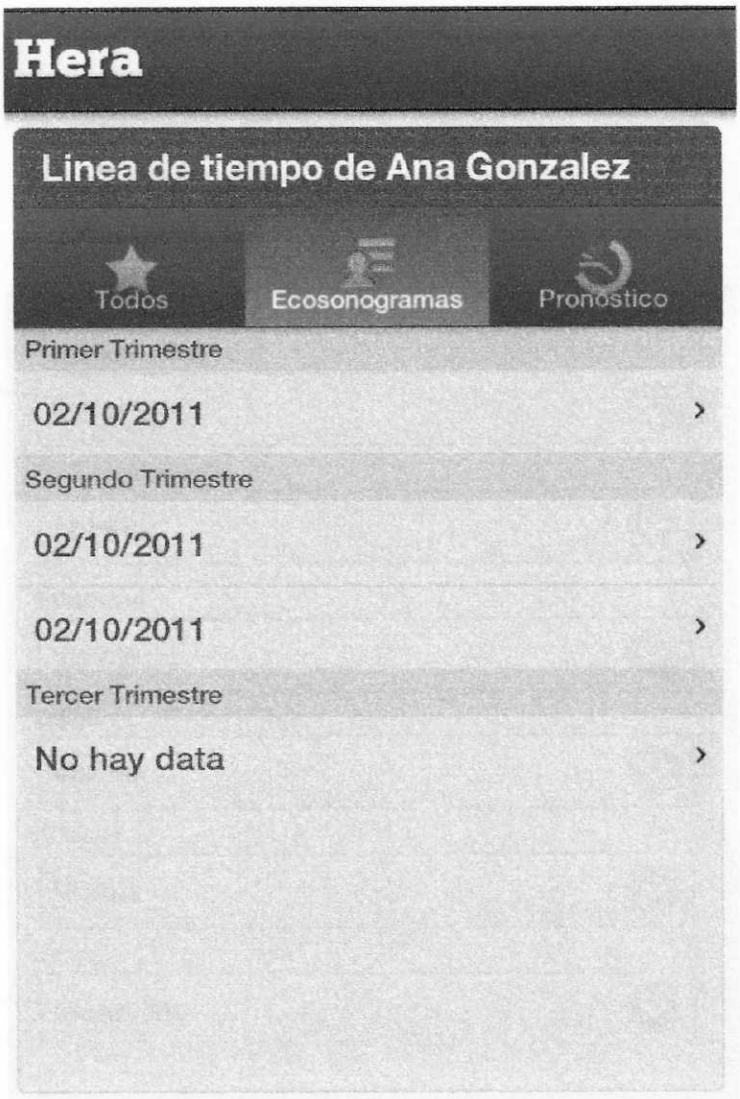
I.2 Creación de usuarios



I.3 Menú principal de pacientes



I.4 Línea de tiempo de las pacientes



I.5 Mediciones cualitativas

Hera

Mediciones del segundo trimestre

Presentacion del bebé

Cefalica

Situacion del bebé

Longitudinal

Posición del bebé

Anterior

Estómago

Visible

Vejiga

Visible

Riñones

Visible

Sexo

Masculino

I.6 Visor de archivos para el envío de mediciones

I.7 Diagnóstico emitido por el sistema

Hera

Ana Gonzalez

Fecha última regla **2°**

2011-02-19

Fecha probable de parto

2011-11-29

Semanas de embarazo

24 semanas

Semanas faltantes

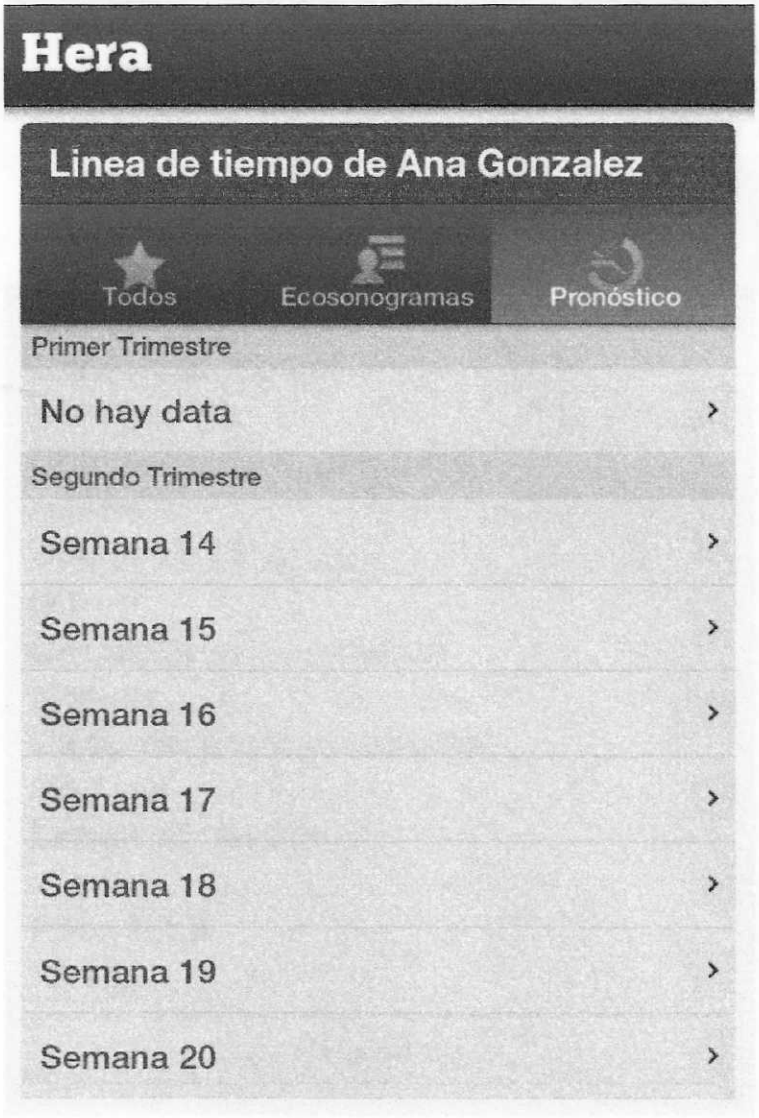
16 semanas

Diagnostico

Embarazo acorde con fecha última regla

Ver ecosonogramas

I.8 Listado de pronósticos por trimestre



I.9 Pronóstico emitido por el sistema

Hera

Semana 27

Medidas del ecosonograma

Cordón Umbilical

Tres Elementos

Ubicación de la placenta

Anterior

Diámetro Biparietal

67.0 mm

Circunferencia cefálica

235.9 mm

Circunferencia abdominal

255,7 mm

Longitud del fémur

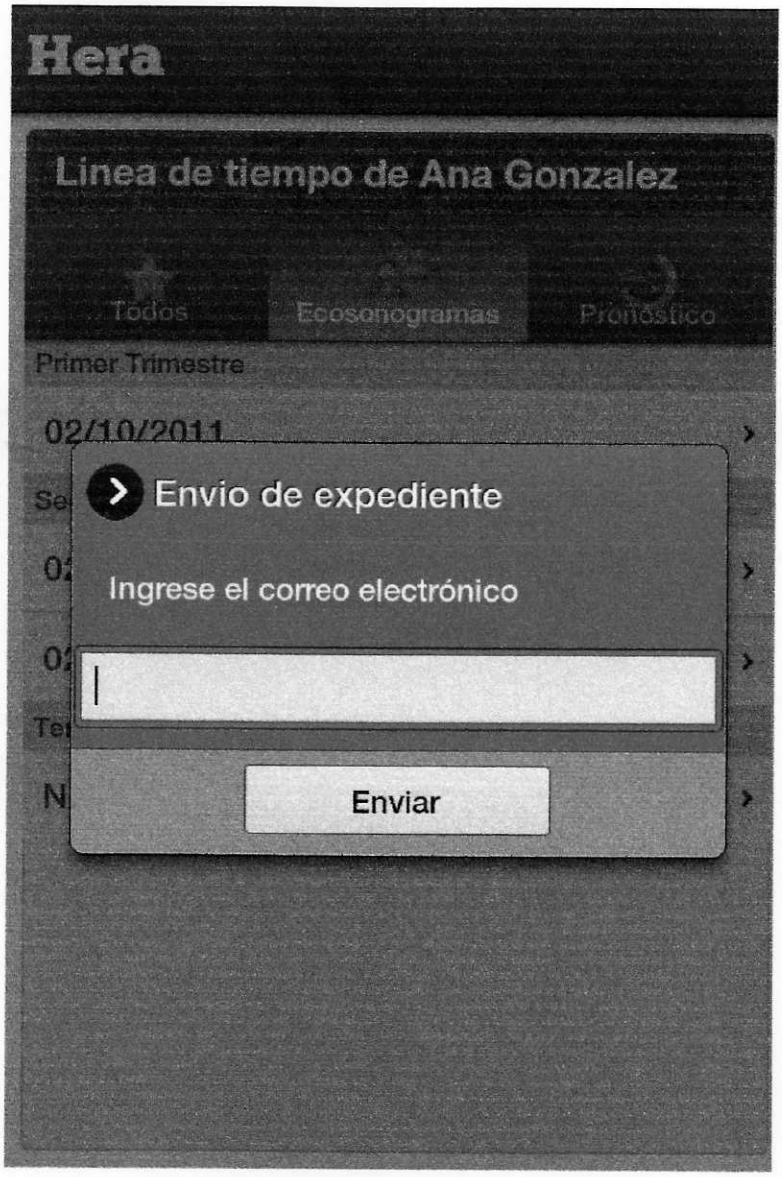
49 mm

Peso fetal

1213,2 g

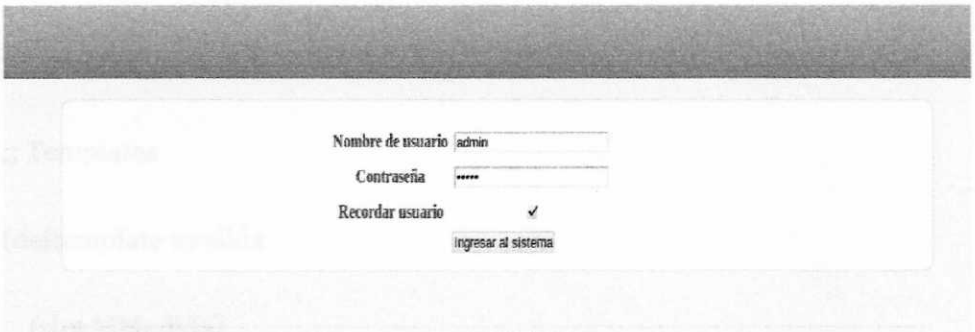
Diagnóstico

I.10 Distribución de información entre dispositivos



Apéndice J: Capturas de pantalla del módulo de aprendizaje

J.1 Ingreso al módulo de aprendizaje



Apéndice K: Ejemplo de archivo de reglas por trimestre

```
(Acosta, 2006);;;;
```

```
(deftemplate diagnostico

  (slot idDiagnostico)

  (slot idMedida)

  (slot medida)

  (slot nombre)

  (slot percentil)

  (slot edadGestacional)

  (slot resultado)

  (slot certainty-factor) )

;;;
```

(medida (nombre bordes) (valor Regular) (certainty-factor ?cfb))

(medida (nombre diametro) (valor ?t) (certainty-factor ?cfd))

(test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd) 0.2))

=>

(bind ?answer (saco-gestacional (integer ?t)))

(bind ?cf-conc (* 0.8 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd)))

(assert (diagnostico (idMedida ?m) (nombre embarazoSano) (resultado "Embarazo acorde con FUR") (medida (integer ?t)) (edadGestacional ?answer) (certainty-factor ?cf-conc)))

)

(defrule regla-2

"Probabilidades de embarazo ectopico (Forma regular)"

(medida (idMedida ?m) (nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

(medida (nombre ubicacion) (valor Extrauterina)(certainty-factor ?cfu))

(test (> (min ?cff ?cfu) 0.2))

=>

(bind ?cf-conc (* 0.6 (min ?cff ?cfu)))

(assert (diagnostico (idMedida ?m) (nombre ectopico) (edadGestacional 0) (resultado "Hay probabilidades que el embarazo sea ectopico (Forma regular)") (certainty-factor ?cf-conc)))

)

(defrule regla-3

"Los embarazo con bordes irregulares por polipos, mielomas o DIU (Forma regular)"

(medida (idMedida ?m) (nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

(medida (nombre ubicacion) (valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

(medida (nombre bordes) (valor Irregular)(certainty-factor ?cfb))

(test (> (min ?cff ?cfu ?cfb) 0.2))

=>

(bind ?cf-conc (* 0.7 (min ?cff ?cfu ?cfb)))

(assert (diagnostico (idMedida ?m) (nombre bordesIrregulares)(edadGestacional 0) (resultado "La paciente puede poseer mielomas, polipos o DIU (Forma regular)")(certainty-factor ?cf-conc)))

)

```
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;

;; Vesicula Vitelina

(defrule regla-4

  "La gestacion puede ser interrumpida por diametro de 13 mm sin vesicula vitelina"

  (medida (idMedida ?m)(nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

  (medida (nombre ubicacion) (valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

  (medida (nombre bordes) (valor Regular)(certainty-factor ?cfb))

  (medida (nombre diametro) (valor ?t)(certainty-factor ?cfd))

  (test (= (integer ?t) 13))

  (medida (nombre presencia) (valor No)(certainty-factor ?cfp))

  (test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp) 0.2))

  =>

  (bind ?cf-conc (* 0.25 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp)))

  (assert (diagnostico (idMedida ?m) (edadGestacional 0) (nombre aborto) (resultado "Hay probabilidades de tener una gestacion interrumpida (Saco Gestacional sin V.V)")(certainty-factor ?cf-conc)))

  )
```

```
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;

;; Embrion

(defrule regla-5

  "La gestacion puede ser interrumpida por diametro de 20 mm sin embrion"

  (medida (idMedida ?m)(nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

  (medida (nombre ubicacion) (valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

  (medida (nombre bordes) (valor Regular)(certainty-factor ?cfb))

  (medida (nombre diametro) (valor ?t)(certainty-factor ?cfd))

  (test (= (integer ?t) 20))

  (medida (nombre presencia) (valor Si)(certainty-factor ?cfp))

  (medida (nombre visible) (valor No)(certainty-factor ?cfv))

  (test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv) 0.2))

  =>

  (bind ?cf-conc (* 0.25 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv)))

  (assert (diagnostico (idMedida ?m)(edadGestacional 0) (nombre aborto) (resultado "Hay probabilidades de tener una gestacion interrumpida(Saco Gestacional sin embrion)")(certainty-factor ?cf-conc)))
```

```
)

(defrule regla-6

"La gestacion puede ser interrumpida por CRL de 5 mm sin actividad cardiaca"

(medida (idMedida ?m)(nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

(medida (nombre ubicacion) (valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

(medida (nombre bordes) (valor Regular)(certainty-factor ?cfb))

(medida (nombre diametro) (valor ?t)(certainty-factor ?cfd))

(medida (nombre presencia) (valor Si)(certainty-factor ?cfp))

(medida (nombre visible) (valor Si) (certainty-factor ?cfv))

(medida (nombre actividadCardiaca)(valor No) (certainty-factor ?cfa))

(medida (nombre crl) (valor ?c) (certainty-factor ?cfc))

(test (= (integer ?c) 5))

(test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cfc) 0.2))

=>

(bind ?cf-conc (* 0.25 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cfc)))

(assert (diagnostico (idMedida ?m) (edadGestacional 0) (nombre aborto) (resultado "Hay probabilidades de tener una gestacion
```

interrumpida (Embrion sin Actividad Cardiaca)")(certainty-factor ?cf-conc)))

)

(defrule regla-7

"Hay probabilidades de que el bebe tenga cromosomopatias(traslucencia nucal)"

(medida (idMedida ?m)(nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

(medida (nombre ubicacion) (valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

(medida (nombre bordes)(valor Regular)(certainty-factor ?cfb))

(medida (nombre diametro) (valor ?t)(certainty-factor ?cfd))

(medida (nombre presencia) (valor Si)(certainty-factor ?cfp))

(medida (nombre visible) (valor Si)(certainty-factor ?cfv))

(medida (nombre actividadCardiaca) (valor Si)(certainty-factor ?cfa))

(medida (nombre traslucenciaNucal) (valor ?d)(certainty-factor ?cft))

(test (> (integer ?d) 3.5))

(test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft) 0.2))

=>

(bind ?cf-conc (* 0.23 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft)))

(assert (diagnostico (idMedida ?m) (edadGestacional 0) (nombre cromosomopatias) (resultado "Se recomienda hacer un examen para detectar cromosomopatias (Traslucencia nucal)")(certainty-factor ?cf-conc)))

)

(defrule regla-8

"Hay probabilidades de que el bebe tenga cromosomopatias(ductus venoso)"

(medida (idMedida ?m)(nombre forma)(valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

(medida (nombre ubicacion)(valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

(medida (nombre bordes) (valor Regular)(certainty-factor ?cfb))

(medida (nombre diametro) (valor ?t)(certainty-factor ?cfd))

(medida (nombre presencia) (valor Si)(certainty-factor ?cfp))

(medida (nombre visible) (valor Si)(certainty-factor ?cfv))

(medida (nombre actividadCardiaca) (valor Si)(certainty-factor ?cfa))

(medida (nombre traslucenciaNucal) (valor ?d)(certainty-factor ?cft))

(test (< (integer ?d) 3.5))

(medida (nombre ductusVenoso) (valor Reverso)(certainty-factor ?cfdv))

(test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv) 0.2))

=>

(bind ?cf-conc (* 0.23 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv)))

(assert (diagnostico (idMedida ?m) (edadGestacional 0) (nombre cromosomopatias)(resultado "Se recomienda hacer un examen para detectar cromosomopatias (Ductus venoso)")(certainty-factor ?cf-conc)))

)

(defrule regla-9

"Hay probabilidades de que el bebe tenga cromosomopatias(angulo facial)"

(medida (idMedida ?m)(nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

(medida (nombre ubicacion)(valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

(medida (nombre bordes) (valor Regular)(certainty-factor ?cfb))

(medida (nombre diametro) (valor ?t)(certainty-factor ?cfd))

(medida (nombre presencia) (valor Si)(certainty-factor ?cfp))

(medida (nombre visible) (valor Si)(certainty-factor ?cfv))

(medida (nombre actividadCardiaca) (valor Si)(certainty-factor ?cfa))

(medida (nombre traslucenciaNucal) (valor ?d)(certainty-factor ?cft))

(test (< (integer ?d) 3.5))

(medida (nombre ductusVenoso) (valor Normal)(certainty-factor ?cfdv))

(medida (nombre anguloFacial) (valor ?a)(certainty-factor ?cfaf))

(test (> (integer ?a) 85))

(test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv ?cfaf) 0.2))

=>

(bind ?cf-conc (* 0.23 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv ?cfaf)))

(assert (diagnostico (idMedida ?m) (edadGestacional 0) (nombre cromosomopatias) (resultado "Se recomienda hacer un examen para detectar cromosomopatias (Angulo facial)")(certainty-factor ?cf-conc)))

)

(defrule regla-10

"Hay probabilidades de que el bebe tenga cromosomopatias(hueso nasal)"

(medida (idMedida ?m)(nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

(medida (nombre ubicacion)(valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

(medida (nombre bordes) (valor Regular)(certainty-factor ?cfb))

(medida (nombre diametro) (valor ?t)(certainty-factor ?cfd))

(medida (nombre ductusVenoso) (valor Normal)(certainty-factor ?cfdv))

(medida (nombre anguloFacial) (valor ?a)(certainty-factor ?cfaf))

(test (> (integer ?a) 85))

(test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv ?cfaf) 0.2))

=>

(bind ?cf-conc (* 0.23 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv ?cfaf)))

(assert (diagnostico (idMedida ?m) (edadGestacional 0) (nombre cromosomopatias) (resultado "Se recomienda hacer un examen para detectar cromosomopatias (Angulo facial)")(certainty-factor ?cf-conc)))

)

(defrule regla-10

"Hay probabilidades de que el bebe tenga cromosomopatias(hueso nasal)"

(medida (idMedida ?m)(nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

(medida (nombre ubicacion)(valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

(medida (nombre bordes) (valor Regular)(certainty-factor ?cfb))

(medida (nombre diametro) (valor ?t)(certainty-factor ?cfd))

(medida (nombre presencia) (valor Si)(certainty-factor ?cfp))

(medida (nombre visible) (valor Si)(certainty-factor ?cfv))

(medida (nombre actividadCardiaca) (valor Si)(certainty-factor ?cfa))

(medida (nombre traslucenciaNucal) (valor ?d)(certainty-factor ?cft))

(test (< (integer ?d) 3.5))

(medida (nombre ductusVenoso) (valor Normal)(certainty-factor ?cfdv))

(medida (nombre anguloFacial) (valor ?a)(certainty-factor ?cfaf))

(test (< (integer ?a) 85))

(medida (nombre huesoNasal) (valor Ausente)(certainty-factor ?cfh))

(test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv ?cfaf ?cfh) 0.2))

=>

(bind ?cf-conc (* 0.23 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv ?cfaf ?cfh)))

(assert (diagnostico (idMedida ?m) (edadGestacional 0) (nombre cromosomopatias) (resultado "Se recomienda hacer un examen para detectar cromosomopatias (Hueso nasal)")(certainty-factor ?cf-conc)))

)

(defrule regla-11

"Hay probabilidades de que el bebe tenga cromosomopatias(r.tricuspidea)"

(medida (idMedida ?m)(nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

(medida (nombre ubicacion)(valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

(medida (nombre bordes) (valor Regular)(certainty-factor ?cfb))

(medida (nombre diametro) (valor ?t)(certainty-factor ?cfd))

(medida (nombre presencia) (valor Si)(certainty-factor ?cfp))

(medida (nombre visible) (valor Si)(certainty-factor ?cfv))

(medida (nombre actividadCardiaca) (valor Si)(certainty-factor ?cfa))

(medida (nombre traslucenciaNucal) (valor ?d)(certainty-factor ?cft))

(test (< (integer ?d) 3.5))

(medida (nombre ductusVenoso) (valor Normal)(certainty-factor ?cfdv))

(medida (nombre anguloFacial) (valor ?a)(certainty-factor ?cfaf))

(test (< (integer ?a) 85))

(medida (nombre huesoNasal) (valor Presente)(certainty-factor ?cfh))

(medida (nombre tricuspidea) (valor Anormal)(certainty-factor ?cfrt))

(test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv ?cfaf ?cfh ?cfrt) 0.2))

=>

(bind ?cf-conc (* 0.23 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv ?cfaf ?cfh ?cfrt)))

(assert (diagnostico (idMedida ?m) (edadGestacional 0) (nombre cromosomopatias) (resultado "Se recomienda hacer un examen para detectar cromosomopatias (R. Tricuspidea)")(certainty-factor ?cf-conc)))

)

(defrule regla-12

"Embarazo completamente sano (Forma regular), calculado con longitud craneo rabadilla"

(medida (idMedida ?m)(nombre forma) (valor Regular|Irregular)(certainty-factor ?cff))

(medida (nombre ubicacion)(valor Intrauterina)(certainty-factor ?cfu))

(medida (nombre bordes) (valor Regular)(certainty-factor ?cfb))

(medida (nombre diametro) (valor ?t)(certainty-factor ?cfd))

(medida (nombre presencia) (valor Si)(certainty-factor ?cfp))

(medida (nombre visible) (valor Si)(certainty-factor ?cfv))

(medida (nombre actividadCardiaca) (valor Si)(certainty-factor ?cfa))

(medida (nombre traslucenciaNucal) (valor ?d)(certainty-factor ?cft))

(test (< (integer ?d) 3.5))

```
(medida (nombre ductusVenoso) (valor Normal)(certainty-factor ?cfdv))
(medida (nombre anguloFacial) (valor ?a)(certainty-factor ?cfaf))
(test (< (integer ?a) 85))
(medida (nombre huesoNasal) (valor Presente)(certainty-factor ?cfh))
(medida (nombre tricuspidea) (valor Normal)(certainty-factor ?cfrt))
(medida (nombre crl) (valor ?l)(certainty-factor ?cfc))
(test (> (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv ?cfaf ?cfh ?cfrt ?cfrt ?cfc) 0.2))
=>
(bind ?cf-conc (* 0.80 (min ?cff ?cfu ?cfb ?cfd ?cfp ?cfv ?cfa ?cft ?cfdv ?cfaf ?cfh ?cfrt ?cfc)))
(bind ?answer (crl-hadlock (integer ?l)))
(assert (diagnostico (idMedida ?m) (medida (integer ?t)) (nombre embarazoSano) (edadGestacional ?answer) (resultado "El embarazo es completamente sano (Longitud craneo-caudal)")(certainty-factor ?cf-conc)))
)
```

```
;;;
```

```
  (call java.lang.Math exp ?arg))

(deffunction pow (?arg ?arg2)

  (call java.lang.Math pow ?arg ?arg2))

(deffunction crl-hadlock (?crl)

  ( bind ?answer (exp(- (+ (-(+ 1.684969 (* .315646 (/ ?crl 10))) (*
.049306 (pow (/ ?crl 10) 2))) (* .004057 (pow (/ ?crl 10) 3))) (*
.000120456 (pow (/ ?crl 10) 4)) )))

  (return ?answer)

  )

(deffunction calculate-combined-uncertainty ($?CFConcs)

  (bind ?cf (float (nth$ 1 ?CFConcs)))

  (foreach ?cfc (rest$ ?CFConcs)

  (bind ?cfconc (float ?cfc))

  (if (and (> ?cf 0.0) (> ?cfconc 0.0)) then

  (bind ?cf (- (+ ?cf ?cfconc) (* ?cf ?cfconc)))

    else (if (and (< ?cf 0.0) (< ?cfconc 0.0))

        then (bind ?cf (+ (+ ?cf ?cfconc) (* ?cf ?cfconc)))

    else (bind ?cf (/ (+ ?cf ?cfconc) (- 1.0 (min (abs ?cf) (abs ?cfconc)))))

        )
```

```
))
?cf
)

(defrule calcular-multiples-conclusiones
  "Combina todos los factores de certeza para diagnosticos con el mismo nombre"
(declare (salience -10))
(diagnostico (nombre ?name))
?c <- (accumulate (bind ?cfs (create$))

(bind ?cfs (create$ ?cfs ?cf)) ?cfs ; this value gets returned

(diagnostico (nombre ?name) (certainty-factor ?cf))) =>
(assert (resultados-combinados (nombre ?name) (certainty-factor (calculate-combined-uncertainty ?c) ) )) )
```

Apéndice L: Carta de Aceptación del Proyecto Hera

CLINICA EL AVILA

Ginecología - Obstetricia
Ecosonografía - Endoscopia
Control Pre-natal
Menopausia

Caracas, 26 de Septiembre de 2011

A quién pueda interesar

Yo, H. Leonardo Moreno L., venezolano, titular de la cédula de identidad No.- 6.918.612, en calidad de Médico especialista en Ginecología, Obstetricia y Ecosonografía, inscrito en el Colegio de Médicos del Distrito Metropolitano con el número 18857 y con el número de Sanidad No 40.265; por medio de la presente doy fe que he utilizado el producto final del Trabajo Especial de Grado, creado por la bachiller **Khaterine N. Castellano M** , venezolana, portadora de la cédula de identidad 18.009.112 y estudiante de Ingeniería en Informática de la Universidad Católica Andrés Bello, el cual lleva por nombre ***"Desarrollo e Implementación de un Sistema Experto Móvil que permita el reconocimiento de patrones y análisis de los ecosonogramas,*** dejando constancia que el mismo ha cubierto todas mis expectativas.

Dr. H. Leonardo Moreno L.
Ginecología - Obstetricia
Ecosonografía - Laparoscopia
M.S.D.S. 40.265 - C.I. 6.918.612 - C.M.D.F. 18.857

H. Leonardo Moreno L.

CI 6.918.612

Cel. 0416.6280989

dr. h. leonardo moreno lara

6ta. Transversal de Altamira, Piso 11, Consultorio 1115, Consultas (Previa Cita) Lun. a Vier. 8am - 12m. Telf.: 876.11.11 (Ext) 1185
Directo: 876.11.85 - 262.19.49 - B.P. 731.51.11 Clave: 43.250 Cel: 0416-628.09.89 / 0414-978.41.94 e-mail: lmoreno@clinicaelavila.com