

Formatos de Representación

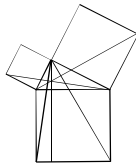
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Diagramas

- Forma de representación pictórica
- Se centra en aspectos esquemáticos y estructurales
- Se utilizan para el análisis y la solución de problemas
- Muy importantes en el aprendizaje y la creatividad
- Muy ubicuos: matemáticas, ciencia, ingeniería, diseño, etc.

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

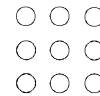
El ejemplo paradigmático



Proposición 47, Los Elements de Euclides

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

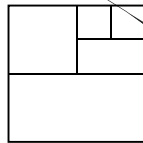
Suma de los nones



$$1 + 3 + 5 + \dots + (2n-1) = n^2$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

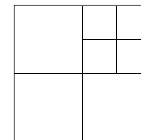
Una inducción diagramática



$$\sum_{n=1}^{\infty} 1/2^n = 1$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Otra más



$$\sum_{n=1}^{\infty} 3/2^{2n} = 1$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Y otra más...

$$\sum_{n=1}^{\infty} 3/2^{2n} = 1$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Y otra más

$$\sum_{n=1}^{\infty} 3/2^{2n} = 1$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Círculos de Euler

Razonamiento deductivo

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Razonamiento Espacial (Prueba de Raven)

Razonamiento analógico

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Y muchos tipos más

- Tablas
- Gráficas de diferentes tipos
- Mapas
- ...

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Desde la perspectiva computacional

- ¿Cuál es el poder expresivo de los diagramas?
- ¿Cómo se representa este conocimiento
- ¿Qué clase de inferencias permiten?
- ¿Cómo interactúan estas representaciones externas con la representación "interna"?

Este es un problema de KR en IA

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Esquemas Representacionales

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Esquemas Representacionales

- Representaciones proposicionales
- Representaciones analógicas
- La diferencia...

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Esquemas Representacionales

- Representaciones proposicionales
- Representaciones analógicas
- La diferencia...

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Representaciones Proposicionales

- Esquema: Una notación precisa y sistemática
- Configuración: una expresión particular en un esquema
- Noción de expresiones bien-formadas (well-formedness):
 - Formal: El conocimiento puede ser usado por programas
 - Informal: la interpretación requiere de la intervención humana
- Teoría semántica: Modelos Teóricos (Model Theory)

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Representaciones Proposicionales

- La sintaxis puede variar pero la semántica se tiene que quedar (hay que tirar el agua y quedarse con el bebe y no al revés)
- La semántica nos permite expresar de manera precisa qué es lo que se dice acerca del mundo:
 - A qué individuos nos referimos
 - Qué propiedades tienen
 - Cómo se relacionan entre si

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Representaciones Proposicionales

- Proposición:
 - El conocimiento que se expresa mediante descripciones o configuraciones en algún esquema representacional

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Representaciones Proposicionales

- Lenguajes lógicos
- Redes semánticas
- Sistemas de “Frames” (Marcos de Minsky)
- El sistema formal que uds. prefieran
- Las representaciones lingüísticas ... con una semántica bien definida!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Esquemas Representacionales

- Representaciones proposicionales
- Representaciones analógicas
- La diferencia...

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Representaciones analógicas

- Razonando con “analogías” (Levesque and Brachman, 1985):

– Una base de datos:

Course:

ID	nombre	Dept.	Instructor
csc248	ProgLang	CompSci	Dan
mat100	HistOfMath	Maths	Luis
csc373	AI	CompSci	Ivan
...

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

La rep. Lógica equivalente

- Los hechos del mundo!
- Una representación lógica equivalente a la tabla:
 - Course(csc248), Course(mat100), Course(csc373)
 - Name(csc248, Prog. Lang.), Name(mat100, Hist. Of Maths.), ...
 - Dept(csc248, Comp. Sci.), Dept(mat100, Maths.), Dept(csc373, Comp. Sci.)
 - Instructor(csc248, Dan), Instructor(mat100, Luis), ...
- Oraciones atómicas sin cuantificadores y sin símbolos de función

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Representaciones analógicas

- Una pregunta acerca del mundo:
 - Cuántos cursos hay en Ciencias de la Computación?
- En la base de datos la respuesta depende de la tabla (contamos tuplos):
 - Count c in Course where $c.Dept = CompSci$
 - 2
- Pero esta no era la pregunta!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

La rep. Lógica equivalente

- Para responder la pregunta acerca del mundo necesitamos
 - Las proposiciones
 - Asumir nombres únicos: $c_i \neq c_j$
 - The “Close-world assumption”:
 - $\forall x[\text{course}(x) \supset x = \text{csc248} \cup \dots \cup x = \text{math100}]$
 - Con esto podemos concluir (razonando) que los individuos que satisfacen el predicado:
 - $\text{course}(x) = \text{Comp. Sci.}$
- son exactamente 2!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

¿Es posible expresar este problema en su KB
y
responder a esta pregunta?

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

¿Qué clase de inferencia se
está haciendo?
¿Qué habría que aumentar?

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Las Bases de Datos
Relacionales son
representaciones
diagramáticas!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Representaciones analógicas

- Razonamiento analógico:
 - Cambiar la pregunta: en vez de preguntar algo acerca del mundo, se pregunta algo acerca de la estructura de la representación
- La ventaja (eficiencia):
 - Las preguntas se pueden responder directamente viendo y calculando, en vez de razonando!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Esquemas Representacionales

- Representaciones proposicionales
- Representaciones analógicas
- La diferencia...

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

La diferencia...

- Representación Fregeanas (proposicionales) versus analógicas (Sloman, 1971, 1975):
 - Ambas tienen estructuras complejas (sintaxis)
 - Ambas tienen semántica (refieren, representan o denotan individuos, con sus propiedades y relaciones)
- La diferencia:
 - Analógicas: Debe haber una correspondencia entre la estructura (compleja) de la representación y la estructura (compleja) del mundo representado
 - Fregeanas: No tiene que haber tal correspondencia!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Si R es una representación de T ...

- 1) Debe haber partes de R que rep. a partes de T
 - Puntos y líneas en mapas representan ciudades y caminos en un país
- 2) Debe ser posible establecer una correspondencia entre las propiedades y relaciones de las partes R y las propiedades y relaciones de las partes de T
 - Tamaños y longitudes en el mapa representan tamaños y distancias entre las ciudades (en el mundo)
- 3) Las relaciones entre partes de T no se tienen que nombrar de manera explícita en R (e.g. *en*, *arriba*, etc.).

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

La diferencia...

- Puntos (1), (2) y (3) no se satisfacen en representaciones Fregeanas:
 - R = “la ciudad 70 km al sur del D. F.”
 - T = Cuernavaca
 - “D. F.” es parte de R pero el D.F no es una parte de Cuernavaca!
 - Cuernavaca tiene una estructura compleja (la ciudad) que no tiene ninguna relación con la estructura de R (la representación)
- Las representaciones Fregeanas o proposicionales son convencionales!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Las objeciones (Hayes, 1985)

- Toda representación es directa!
- Pero hay niveles de representación: “Un medio puede o puede no estar presente físicamente, porque el medio mismo puede ser representado por configuraciones en otro medio”
- Y los medios se pueden reducir: Lo que se representa por diagramas (e.g. Un mapa) se puede representar también con descripciones proposicionales (e.g., Las descripciones lógicas en el sistema *Graflog* 1989, 2000)!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Las objeciones...

- La idea de que las representaciones analógicas son “más eficientes” (Sloman, 1971) es falsa!
- Cualquier discusión que se refiera al a eficiencia tiene que tomar en cuenta las propiedades de los medios

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

El Formato de la Máquina de Turing

- Si el formato es una máquina de Turing o sus equivalentes:
 - La memoria es la cinta con símbolos del alfabeto en las celdas
 - Registros de memoria RAM con direcciones y contenidos binarios (código ASCII)
- La representación es proposicional!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

¿Pensamiento visual?

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Inferencia directa

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

$izq(a, c)?$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

¿Hicieron una inferencia?
 ¿Razonaron?
 ○
 ¿nada más lo vieron?

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

La inferencia lógica

- De:
 - $izq(a, b), izq(b, c)$
 - $\forall x, y, z. izq(x, y) \cap izq(y, z) \supset izq(x, z)$
- Se concluye:
 - $izq(a, c)$
- ¿Tiene contenido espacial el predicado izq ?
- Si lo tiene... ¿no se usa!

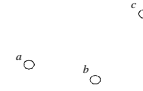
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2014

La inferencia lógica...

- De:
 - $p(a, b), p(b, c)$
 - $\forall x, y, z. p(x, y) \cap p(y, z) \supset p(x, z)$
- Se concluye:
 - $p(a, c)$
- La conclusión se sigue de la estructura lógica:
La sintaxis y el significado de las constantes lógicas!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

La inferencia directa...



La información se lee directamente del medio

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

El ejemplo de Piaget

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Veronica tiene el pelo más oscuro que Magda

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Veronica tiene el pelo más claro que María

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

¿Quién tiene el pelo más oscuro?

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

¿Hicieron una inferencia?
 ¿Razonaron?
 O
 ¿nada más lo vieron?

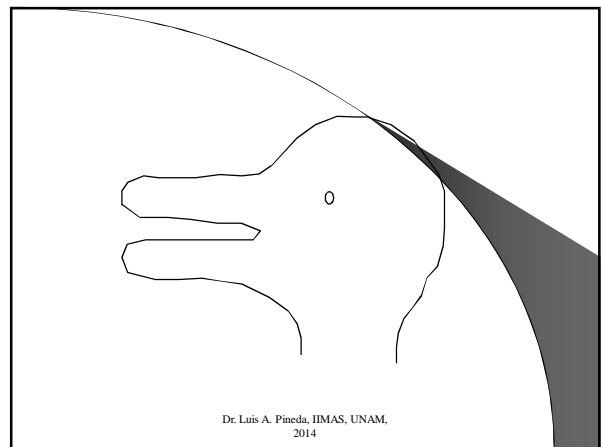
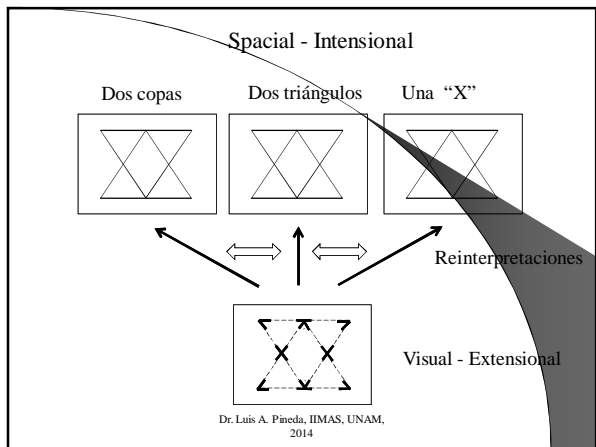
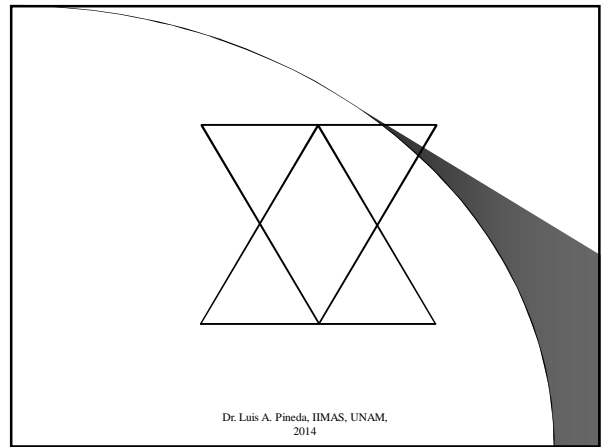
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
 2014

El medio representa al
 espacio

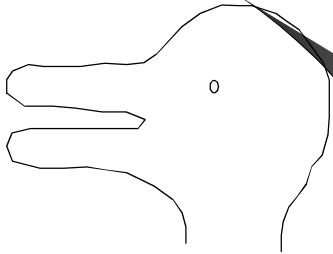
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
 2014

Imágenes...

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
 2014



Visualización y Reinterpretación



Wittgenstein, *Philosophical Investigations*

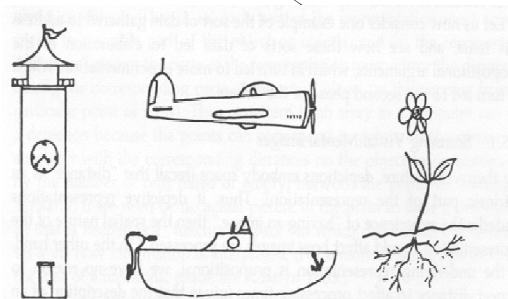
2014

El debate de las imágenes (The imagery debate)

- Hay imágenes o representaciones espaciales en la cabeza?
 - El campo proposicional:
 - No... las imágenes son un epifenómeno (Pylyshyn)
 - La posición de los “imaginólogos”:
 - La maquinaria de las imágenes es paralela a la percepción (Kosslyn)
 - La visión es una modalidad específica
 - El concepto de “espacio es independiente de la modalidad”

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Escaneando “imágenes mentales”



Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Test de imaginiería (imagery test) de Kosslyn's

1. El sujeto memoriza los dibujos
2. El sujeto cierra los ojos
3. El sujeto escucha el nombre de un objeto
4. El sujeto visualiza el objeto con “el ojo de la mente” y se enfoca en un extremo de la imagen (e.g., el izquierdo)
5. Se pronuncia el nombre de un componente del objeto (las partes están a la mitad o en el extremo opuesto). La mitad de las veces la parte está en el objeto y la otra mitad no está!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Test de imaginiería (imagery test) de Kosslyn's

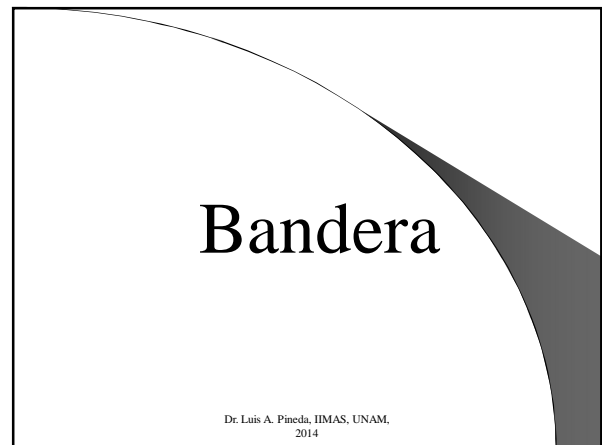
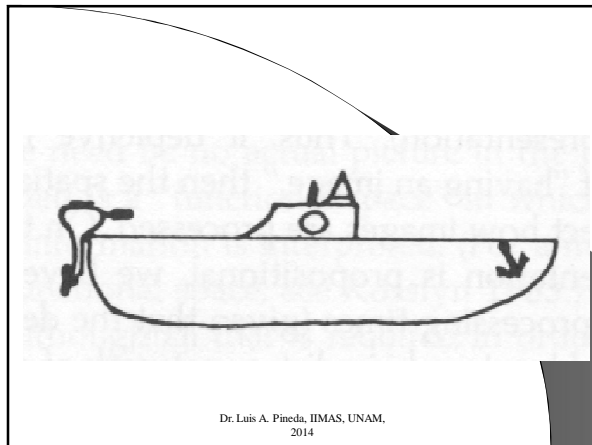
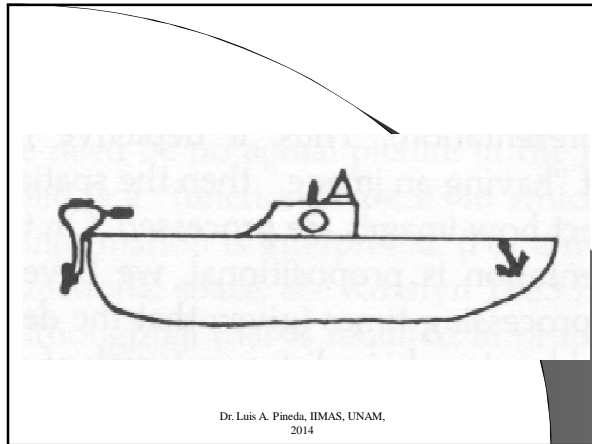
6. El sujeto busca el objeto nombrado en la imagen mental
7. El sujeto presiona el botón de “verdad” cuando “ve” el objeto, o de “falso” si después de escanear la imagen el objeto no está en la imagen. Los tiempos de reacción se miden automáticamente

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

La hipótesis...

- Si las imágenes representan a la información directamente debería tomar más tiempo localizar a las partes más alejadas del foco de atención inicial (es decir el tiempo de escaneo).
- Si la parte no está en el objeto el tiempo debe ser máximo, ya que hay que escanear todo el objeto.

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014



Kosslyn's imagery test

- La hipótesis:
 - El tiempo de escaneo es proporcional a la distancia de la parte en el objeto
- El resultado:
 - Este es el caso (La relación es lineal)!
- La conclusión:
 - Hay imágenes y mecanismos de escaneo en la mente!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Propiedades de la imaginación

- 1) Retención: Las imágenes utilizan la corteza visual (buena para la visión, mala para las imágenes)
 - Capacidad de retención limitada
 - La retención es por "chunks"
- 2) Hay transformaciones en la solución de problemas:
 - Rotación (El tiempo es proporcional al ángulo de rotación)
 - Escalamiento (El tiempo es proporcional a la diferencia de tamaños)
- 3) Hay diferencias individuales: la gente que es buena con las imágenes puede ser débil en razonamiento proposicional y viceversa (hay mecanismos independientes?)

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Propiedades de la imaginación

En conclusión:

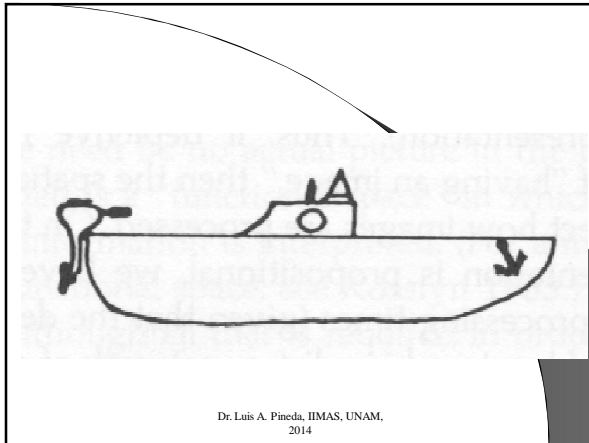
- Todo apunta a que hay “imágenes” en la corteza visual, con propiedades retino-tópicas, que juegan un papel importante en la solución de problemas
- Escanear dicha “retina interna” es importante
- Hay varios módulos en la imaginación que trabajan con primitivas perceptuales diferentes, y también diferentes estrategias de solución de problemas que utilizan a las imágenes!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

La respuesta proposicional

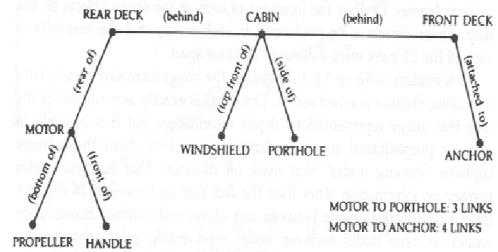
- Bobrow (citado por Kosslyn):
- A Una representación proposicional para el bote:
 - BOTTOM-OF(PROPELER, MOTOR)
 - REAR-OF(MOTOR, REAR-DECK)
 - BEHIND(REAR-DECK, CABIN)
 - BEHIND(CABIN, FRONT-DECK)
 - ...

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014



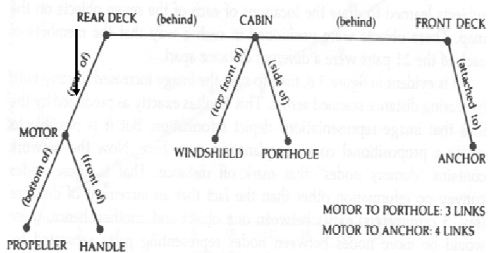
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

El formato: Red Semántica



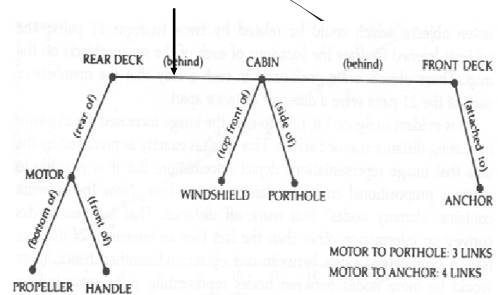
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Motor a ventanilla



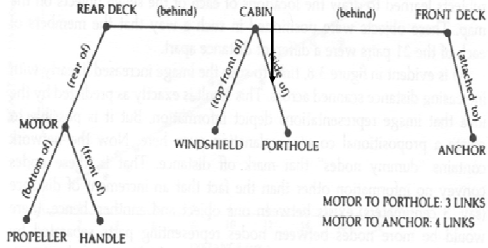
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Motor a ventanilla



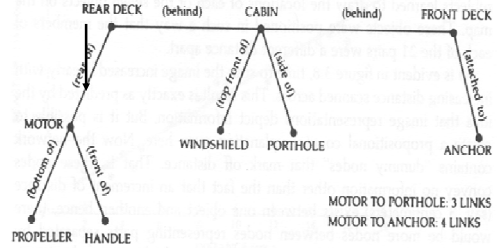
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Motor a ventanilla (3 unidades de tiempo)



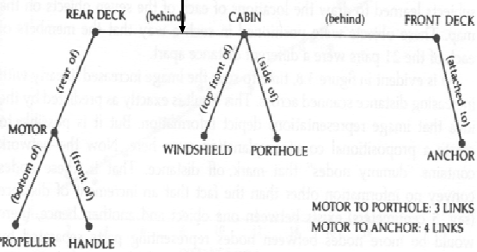
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Motor a ancla



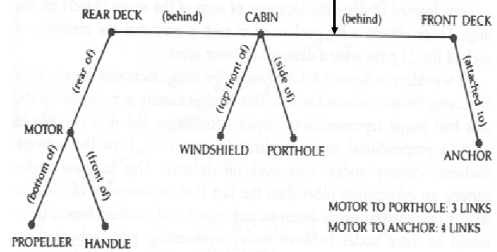
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Motor a ancla



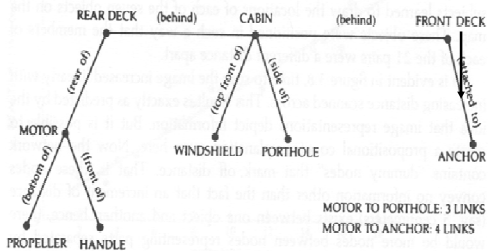
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Motor a ancla



Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

Motor a ancla (4 unidades de tiempo)



Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

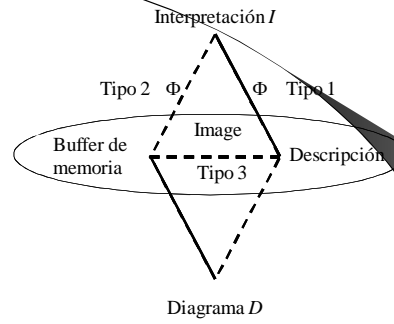
Escaneando las imágenes mentales

- Posición de los imaginólogos: El tiempo de escaneo prueba que hay imágenes en la cabeza!
- La posición proposicional: El tiempo de escaneo refleja una propiedad del formato de representación proposicional (e.g., como redes semánticas!)

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014

¿Un modelo genérico para el razonamiento diagramático?

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014



Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM,
2014