



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE LA COMPUTACIÓN

DIER, DISEÑADOR DE INTERIORES E-R

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS (COMPUTACIÓN)

P R E S E N T A:

ALFREDO OSVALDO AGUILAR HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE LA TESIS: DR. RAFAEL PÉREZ Y PÉREZ

MÉXICO, D.F.

2011.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

En última instancia, todo acaba siendo una cuestión de amor.
Tomas Moro.

Dedicatoria

Para mi esposa Nancy

Para mis padres Alfredo y Silvia

Para mi hermana Claudia

Para mi familia y todos mis amigos

Agradecimientos

A mi tutor, director de tesis y amigo, el Dr. Rafael Pérez y Pérez por guiarme y apoyarme dentro y fuera y de la maestría. Este trabajo es en mucho resultado de su soporte motivación y valor en momentos difíciles.

A mis profesores en el programa de Maestría en Ciencias de la Computación: Jesús Savage, Jorge Urrutia, José Galaviz, Ana Lilia Laureano, Rafael Pérez y Pérez, Sergio Marcelin y Angel Kuri. Gracias por cambiar para siempre mi forma de contemplar y entender el mundo.

A mis amigos Mayra, Rosita, Ivan, Diego y Pato. Gracias por compartir conmigo esta etapa de sus vidas.

A mis compañeros de la maestría.

A mis sinodales: Dr. Fernando Arámbula Cosío, Dra. Katya Rodríguez Vázquez, Dr. Santiago Negrete Yankelevich y Dr. Christian Lemaitre León.

A Amalia, Lulú, Dianita, Juanita y Alvaro. Gracias por todo su apoyo siempre.

A Héctor, Roberto, Martha, Claudia y Alondra por su apoyo para poder terminar mi tesis.

A toda mi familia.

A todo el mundo por plantearme tantas y tantas preguntas.

Sobre todo a Nancy por acompañarme en la vida a buscar todas las respuestas.

Índice	I
Índice de figuras	II
Índice de tablas	IV
Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Motivación y problemática.	1
1.2 Objetivos principales.	2
1.3 Preguntas de investigación.	2
1.4 Contribución y relevancia.	2
1.5 Estructura de la tesis.	3
Capítulo 2: Antecedentes	4
2.2 Introducción.	4
2.2 El diseño de interiores.	4
2.3 Modelos computacionales de diseño.	5
2.4 ¿Qué es un diseño?	6
2.5 La percepción visual en el diseño de interiores.	7
2.6 Distintas formas de percibir el diseño de una habitación.	11
2.7 La importancia de las emociones en el diseño.	12
2.8 El modelo Engagement and Reflection.	13
2.9 Diseño de Interiores Computacionales.	14
2.10 En resumen.	14
Capítulo 3: Implementación	16
3.1 Introducción.	16
3.2 Reacciones afectivas.	16
3.3 Implementación del Diseñador de Interiores E-R (DIER) en un programa de computadora.	22
3.4 Descripción del funcionamiento del programa DIER.	48
3.5 Creación de las estructuras del conocimiento.	50
3.6 Generación de Diseños de Interiores Computacionales.	56
3.7 En resumen.	61
Capítulo 4: Diseños de Interiores Computacionales	63
4.1 Introducción.	63
4.2 Ejemplo detallado paso a paso de una composición.	63
4.3 Ejemplos con la variable ACAS modificada.	76
4.5 En resumen.	88
Capítulo 5: Evaluación	90
5.1 Introducción.	90
5.2 Proceso de evaluación.	90
5.3 Resultados de la evaluación.	93
5.4 En resumen.	96
Capítulo 6: Conclusiones	98
6.1 Introducción.	98
6.2 Sobre las características principales de DIER.	98
6.3 Sobre la evaluación de los diseños de DIER por parte de jueces humanos.	99
6.4 DIER en comparación con sistemas sub-simbólicos.	100
6.3 Futuras Versiones.	101
Referencias	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1: El diseño de interiores a través del tiempo.	5
Fig. 2.2: Formas “buenas” contra formas “malas”.	7
Fig. 2.3: Ley de la proximidad. ¿Cuántos grupos hay en la imagen?	8
Fig. 2.4: Ley de la similitud. ¿Cuántos grupos hay en la imagen?	8
Fig. 2.5: Ley de la buena continuación. ¿Cuántos grupos hay en la imagen?	8
Fig. 2.6: Ley del cierre. ¿Qué figuras puede distinguir?	9
Fig. 2.7: Ley del destino común. ¿Cuántos grupos hay en la imagen?	9
Fig. 2.8: Plano de un salón en donde se ven tres distintos tipos de agrupación de muebles en una habitación.	10
Fig. 2.9: Áreas de tránsito entre módulos, de confort entre elementos de un mismo módulo y mínima entre muebles de un módulo.	10
Fig. 2.10: Una habitación predominantemente amarilla.	11
Fig. 2.11: Los tres niveles de experiencia de un diseño de interiores.	12
Fig. 2.12: Modelo Engagement and Reflection.	14
Fig. 3.1: Tres ejemplos de colores armónicos en el círculo cromático según Mary Gilliat.	18
Fig. 3.2: Tres ejemplos de colores contrastantes para el Amarillo, el Rojo y el Verde según Mary Gilliat.	18
Fig. 3.3: El área de trabajo de la interfaz de diseño.	23
Fig. 3.4: Ejemplo del funcionamiento del área de vista en tres dimensiones.	23
Fig. 3.5: La habitación controlada para la implementación de DIER.	24
Fig. 3.6: Diagrama del Módulo de Observación de DIER.	26
Fig. 3.7: Ejemplo de acomodo para la representación inicial de la habitación.	28
Fig. 3.8: Ejemplos del cálculo del color más usado en el mobiliario.	30
Fig. 3.9: Ejemplo de la agrupación de muebles por su cercanía.	30
Fig. 3.10: Ejemplo de la agrupación de muebles por su color.	31
Fig. 3.11: Ejemplo de la agrupación de muebles por familia funcional.	32
Fig. 3.12: Ejemplo del cálculo del color más usado en toda la habitación.	32
Fig. 3.13: Ejemplos de habitaciones con intensidades de colores distintas.	33
Fig. 3.14: Ejemplos de colores contrastantes en la habitación.	33
Fig. 3.15: Ejemplos de habitaciones con grados de intensidad de color contrastantes.	34
Fig. 3.16: Ejemplo del cálculo de los objetivos funcionales de la habitación.	35
Fig. 3.17: Puntos de presión de la habitación virtual, puntos complementarios de presión y ejemplo de cómo se produce un desequilibrio en el espacio.	35
Fig. 3.18: Ejemplo de equilibrio y ejemplo de desequilibrio en la distribución de mobiliario en la habitación.	36
Fig. 3.19: Ejemplos de grados de saturación de mobiliario en la habitación.	37
Fig. 3.20: Círculo de colores de DIER.	39
Fig. 3.21: Ejemplos de habitaciones con Tac de 0, +1 y +2.	39
Fig. 3.22: Ejemplos de Tcc en -2, 0, y +2.	40
Fig. 3.23: Ejemplos de Tic en 0, +1 y +2.	41
Fig. 3.24: Ejemplos de habitaciones con diferentes Tvf.	42
Fig. 3.25: Tres ejemplos de habitaciones con diferentes Tdi.	42
Fig. 3.26: Ejemplos de habitaciones con diferente Tpr.	43
Fig. 3.27: Habitaciones con diferentes Tde.	44
Fig. 3.28: Ejemplo 1 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.	44
Fig. 3.29: Ejemplo 2 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.	45
Fig. 3.30: Ejemplo 3 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.	45
Fig. 3.31: Ejemplos de Acciones Básicas.	46
Fig. 3.32: Ejemplos de Acciones.	47
Fig. 3.33: Acciones básicas que componen la Acción creada.	48
Fig. 3.34: Diagrama del proceso de creación de estructuras del conocimiento y su almacenamiento en memoria del sistema.	49
Fig. 3.35: Diagrama del proceso de generación de Diseños de Interiores Computacionales.	49
Fig. 3.36: Acción-1 del ejemplo de creación de la estructura del conocimiento.	50
Fig. 3.37: Representación Gráfica del Contexto Afectivo-1.	52
Fig. 3.38: Acción-2 del ejemplo.	52

Fig. 3.39: Acción-3 del ejemplo.	54
Fig. 3.40: Ejemplos de estados iniciales.	56
Fig. 3.41: Los 9 puntos de semejanza entre dos Contextos Afectivos.	57
Fig. 3.42: Ejemplo del proceso de compresión de espacio de un grupo por cercanía insertado en la habitación.	58
Fig. 3.43: Ejemplos de posibles alternativas a la Acción Generalizada del ejemplo anterior.	58
Fig. 3.44: Ejemplo del proceso de homogeneización de los muebles.	59
Fig. 3.45: Posibilidad de no homogeneización.	59
Fig. 3.46: Ejemplo de uniformidad de color.	60
Fig. 3.47: Ejemplos de creación de ligas de color.	61
Fig. 4.1: Tres vistas del estado inicial propuesto por el usuario para el experimento.	63
Fig. 4.2: Match del 55% entre el Contexto Afectivo1 y el Átomo elegido.	65
Fig. 4.3: Ejecución de la Acción Generalizada del Átomo elegido.	65
Fig. 4.4: Proceso de organización.	66
Fig. 4.5: El proceso de homogeneización de mobiliario.	66
Fig. 4.6: Proceso de Uniformar el color del grupo.	67
Fig. 4.7: Proceso de creación de la ligadura de color.	67
Fig. 4.8: Match del 55% entre el Contexto Afectivo2 y el Átomo elegido.	69
Fig. 4.9: Ejecución de la Acción Generalizada del Átomo elegido.	69
Fig. 4.10: Proceso de organización.	70
Fig. 4.11: El proceso de homogeneización de mobiliario (no cambió el grupo).	70
Fig. 4.12: Proceso de Uniformar el color del grupo.	70
Fig. 4.13: Proceso de creación de la ligadura de color (no cambió el grupo).	71
Fig. 4.14: Match del 77% entre el Contexto Afectivo3 y el Átomo elegido.	72
Fig. 4.15: Ejecución de la Acción Generalizada del Átomo elegido.	73
Fig. 4.16: Proceso de organización.	73
Fig. 4.17: El proceso de homogeneización de mobiliario.	74
Fig. 4.18: Proceso de Uniformar el color del grupo.	74
Fig. 4.19: Proceso de creación de la ligadura de color.	74
Fig. 4.20: Match del 55% entre el Contexto Afectivo4 y el Átomo elegido.	76
Fig. 4.21: Ejecución de la Acción Generalizada del Átomo elegido.	76
Fig. 4.22: Comportamiento de la constante ACAS.	77
Fig. 4.23: Estado inicial propuesto por el usuario para el experimento ACAS a 30%.	78
Fig. 4.24: Gráfico del Contexto Afectivo1 y el Átomo elegido. 33% de parecido.	79
Fig. 4.25: Resultado de la ejecución de la Acción Generalizada y el ciclo de Reflection.	79
Fig. 4.26: Gráfico del Contexto Afectivo2 y el Átomo elegido. 44% de parecido.	80
Fig. 4.27: Resultado de la ejecución de la Acción Generalizada y el ciclo de Reflection.	80
Fig. 4.28: Gráfico del Contexto Afectivo3 y el Átomo elegido. 33% de parecido.	81
Fig. 4.29: Diseño final con el ACAS a 30%.	82
Fig. 4.30: Estado inicial propuesto por el usuario para el experimento ACAS a 90%.	82
Fig. 4.31: Gráfico del Contexto Afectivo1 y el Átomo elegido. 100% de parecido.	83
Fig. 4.32: Resultado de la ejecución de la Acción Generalizada y el ciclo de Reflection.	84
Fig. 4.33: Gráfico del Contexto Afectivo1 y el Átomo elegido. 88% de parecido.	85
Fig. 4.34: Resultado de la ejecución de la Acción Generalizada y el ciclo de Reflection.	85
Fig. 4.35: Gráfico del Contexto Afectivo3 y el Átomo elegido. 100% de parecido.	86
Fig. 4.36: Resultado de la ejecución de la Acción Generalizada y el ciclo de Reflection.	86
Fig. 4.37: Gráfico del Contexto Afectivo4 y el Átomo elegido. 85% de parecido.	87
Fig. 4.38: Resultado de la ejecución de la Acción Generalizada y el ciclo de Reflection.	88
Fig. 4.39: El diseño que dio lugar al proceso de DIER con el ACAS al 85%.	88
Fig. 5.1. La habitación A (DIER ACAS 50%).	90
Fig. 5.2: La habitación B (Experto Humano).	91
Fig. 5.3: La habitación C (DIER ACAS 30%).	91
Fig. 5.4: Distribución de los encuestados por nacionalidad.	93
Fig. 5.5: Gráfica de los resultados obtenidos para las 5 primeras preguntas por cada habitación.	94
Fig. 5.6: Gráfica de los resultados del tipo de persona que diseñó cada habitación.	95
Fig. 5.7: Gráfico de preferencia de las tres habitaciones.	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Catálogo de los muebles según su familia.	24
Tabla 3.2: Representación inicial obtenida del ejemplo.	27
Tabla 3.3: Catálogo de los muebles según su familia.	31
Tabla 3.4: Tipos de distribuciones de muebles en la habitación.	36
Tabla 3.5: Grados de saturación de la habitación.	36
Tabla 3.6: El contexto.	37
Tabla 3.7: Las 7 tensiones en DIER.	38
Tabla 3.8: Determinación del Tcc.	40
Tabla 3.9: Determinación de la Tensión por Valor funcional.	41
Tabla 3.10: Determinación de la Tensión por Distribución.	42
Tabla 3.11: Determinación de la Tensión por Proximidad.	43
Tabla 3.12: Determinación de la magnitud de la Tensión por Densidad.	43
Tabla 3.13: Ejemplo 1 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.	44
Tabla 3.14: Ejemplo 2 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.	45
Tabla 3.15: Ejemplo 3 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.	45
Tabla 3.16: Átomo 1 del ejemplo.	54
Tabla 3.17: Átomo 2 del ejemplo.	55
Tabla 3.18: Átomo 3 del ejemplo.	55
Tabla 4.1: Contexto Afectivo1.	63
Tabla 4.2: Átomo elegido para continuar con el diseño.	64
Tabla 4.3: Contexto Afectivo2.	67
Tabla 4.4: Átomo elegido para continuar con el diseño.	68
Tabla 4.5: Contexto Afectivo3.	71
Tabla 4.6: Átomo elegido para continuar con el diseño.	72
Tabla 4.7: Contexto Afectivo4.	75
Tabla 4.8: Átomo elegido para continuar con el diseño.	75
Tabla 4.9: Contexto Afectivo1 ACAS 30%.	78
Tabla 4.10: Átomo elegido para continuar con el diseño.	78
Tabla 4.11: Contexto Afectivo2 ACAS 30%.	79
Tabla 4.12: Átomo elegido para continuar con el diseño.	80
Tabla 4.13: Contexto Afectivo3 ACAS 30%.	81
Tabla 4.14: Átomo elegido para continuar con el diseño.	81
Tabla 4.15: Contexto Afectivo1 ACAS 90%.	82
Tabla 4.16: Átomo elegido para continuar con el diseño.	83
Tabla 4.17: Contexto Afectivo2 ACAS 90%.	84
Tabla 4.18: Átomo elegido para continuar con el diseño.	84
Tabla 4.19: Contexto Afectivo3 ACAS 90%.	85
Tabla 4.20: Átomo elegido para continuar con el diseño.	86
Tabla 4.21: Contexto Afectivo4 ACAS 90%.	87
Tabla 4.22: Átomo elegido para continuar con el diseño.	87
Tabla 5.1: Promedios de los resultados de las 5 primeras preguntas.	93
Tabla 5.2: Resultados de tipo de persona que diseñó cada habitación.	95
Tabla 5.3: Resultados de las preferencias de las tres habitaciones.	96

INTRODUCCIÓN.

1.1 Motivación y Problemática.

El hombre, desde sus inicios, ha demostrado poseer una habilidad única entre las especies para sacar provecho de las circunstancias, los elementos y las herramientas a lo largo de su larga travesía en la historia de su existencia. De alguna u otra forma ha logrado crear cosas con las que se ha ayudado a sobrevivir para después buscar mejores y más reconfortantes formas de vida. La inventiva y creatividad de los seres humanos parece no tener fin.

Durante miles de años hemos tratado de entender cómo pensamos y cómo es que somos capaces de innovar y crear cosas.

El estudio de la creatividad en los seres humanos es un campo que ha mantenido muy ocupados a los científicos, filósofos y médicos desde siempre (Russell & Norving, 2004, p. 6-19)(Poole & Mackworth, 2010, p. 6-9).

El campo de la Inteligencia Artificial (IA) en conjunto con el estudio interdisciplinario de las Ciencias Cognitivas han desarrollado diferentes teorías del funcionamiento de la mente y la creatividad humana desde los años 50's (Russell & Norving, 2004, p. 19).

Los hombres y las mujeres involucrados en los estudios de la mente humana no sólo han intentado comprenderla, sino que también se han esforzado por construir entidades que simulen su funcionamiento.

La Inteligencia Artificial clásica se ha enfocado en generar agentes computacionales que parezcan, reaccionen, se comporten, se escuchen y actúen como un ser humano (con la satisfacción de la prueba de Turing como objetivo). En este camino, la Inteligencia Artificial ha encontrado respuestas a muchos problemas específicos relacionados con las habilidades de un ser humano. Es por esto que la IA se ha dividido en áreas como: aprendizaje, ingeniería, procesamiento del lenguaje natural, memoria, razonamiento automático, visión computacional y robótica entre otras.

Dentro del campo de la Inteligencia Artificial se han desarrollado diferentes técnicas de programación que han sido muy exitosas para resolver problemas de ingeniería (como las redes neuronales, algoritmos genéticos, computación evolutiva, sistemas expertos entre otros). Sin embargo, hasta hace pocos años, la IA había dejado de lado algunos factores humanos en los modelos propuestos para el estudio de su comportamiento.

El diseño de agentes en las Ciencias Cognitivas toma en consideración a las emociones con un factor decisivo en la explicación de diferentes procesos humanos como la toma de decisiones, la memoria y la creatividad.

El concepto de creatividad es motivo de disputas filosóficas, técnicas y psicológicas porque los estudiosos aun no se han puesto de acuerdo en cuáles son las características propias de un comportamiento creativo y otro que no lo sea (Runco, 2007, p. 1-38).

Ya que esta tesis no pretende resolver estas disputas y no pretende de forma alguna plantear un concepto de creatividad, para fines prácticos, diremos que: La creatividad para nosotros es la generación de algo nuevo a partir del conocimiento y la experiencia de las cosas ya conocidas.

En las ciencias computacionales han existidos algunos modelos que intentan explicar el proceso creativo del ser humano como los conexionistas, los evolutivos y los basados en restricciones entre otros. Sin embargo muy pocos de estos modelos toman en consideración la importancia que tienen las emociones en la creatividad humana. Uno de los modelos que si toma en cuenta esta importancia es *Engagement and Reflection*¹.

¹ En este trabajo utilizaremos el término original en inglés *Engagement and Reflection*, no utilizaremos ninguna traducción al español porque no encontramos ninguna que fuera adecuada.

El modelo de creatividad computacional *Engagement and Reflection (E-R)* fue implementado por primera vez para modelar la creatividad en la escritura de cuentos por Pérez y Pérez & Sharples (2001) en “Mexica”; un programa de software que genera historias acerca de los Mexicas.

Inspirados por los resultados obtenidos por “Mexica” nos damos a la tarea de implementar el modelo *Engagement and Reflection* en un programa de computadora que genere arreglos de muebles novedosos en una habitación virtual.

1.2 Objetivos principales.

- 1.- Contribuir al estudio del proceso creativo en el problema del diseño de interiores al nivel del acomodo y coloración de muebles de diferentes tipos en una habitación.
- 2.- Construir representaciones de algunas de las respuestas afectivas que intervienen en el proceso creativo del diseño de interiores al nivel del acomodo y coloración de muebles de diferentes tipos en una habitación.
- 3.- Implementar el modelo de creatividad computacional *Engagement and Reflection* para generar diseños de interiores novedosos al nivel del acomodo y coloración de muebles de diferentes tipos en una habitación.

Estos objetivos serán cubiertos por medio del desarrollo de un programa de computadora que genera composiciones novedosas de muebles en una habitación virtual tridimensional. El programa trabaja con la implementación del modelo de creatividad computacional *Engagement and Reflection* propuesto por Pérez y Pérez & Sharples (2001).

1.3 Preguntas de la investigación.

A través del desarrollo de este trabajo de tesis se responderán las siguientes preguntas de investigación.

- 1.- ¿Es posible emplear el modelo de creatividad computacional *Engagement and Reflection* para desarrollar un programa para diseños de interiores computacionales?
- 2.- ¿Los diseños computacionales generados por dicho programa son considerados “aceptables” por jueces humanos?
- 3.- ¿Es posible representar, en un sistema computacional, una habitación en términos de las respuestas afectivas que, de acuerdo a los expertos, se generan al entrar en ella?
- 4.- ¿Es factible utilizar las mencionadas respuestas afectivas como elementos que guíen el proceso del diseño computacional?

1.4 Contribución y relevancia.

Hasta ahora, al menos hasta donde sabemos, no se ha utilizado nunca un modelo de creatividad computacional basado en Tensiones Afectivas para enfrentarse a la problemática del diseño.

Con la generación de este trabajo de tesis atacamos tres puntos importantes para el estudio de la creatividad computacional.

- ✓ Averiguar si el modelo *E-R* basado en tensiones afectivas es útil para enfrentarse al problema del acomodo innovador de muebles y colores de una habitación virtual.
- ✓ Sentar las bases para estudios futuros con base en tensiones afectivas para otras áreas del diseño.
- ✓ Contribuir al entendimiento del modo en el cuál los seres humanos diseñamos.

Aunque en este trabajo solo se inicia con el tratamiento del problema del diseño por medio del modelo *E-R*, sus resultados generarán una visión comprensible de todas las posibilidades que tiene el uso de las tensiones afectivas en área de la composición de elementos.

1.5 Estructura de la tesis.

En el capítulo 2 (página 4) se expone el estado del arte que servirá como marco de referencia de este trabajo. Se mencionarán estudios científicos relacionados con el diseño de interiores, los diferentes acercamientos de las ciencias computacionales al diseño y las características propias de un diseño según los expertos. Se revisan también elementos de la percepción según la Gestalt, la importancia que tienen las emociones en el proceso del diseño y la propuesta del uso del modelo *E-R* para implementar un programa que genere acomodos de muebles en una habitación.

En el capítulo 3 (página 16) se muestra la implementación del modelo de creatividad computacional *E-R* en el programa de computadora que genera Diseños de Interiores Computacionales. En este capítulo se describen las reacciones afectivas que se usarán en este programa. También son detallados los dos procesos principales del programa:

1. La creación de las estructuras del conocimiento utilizadas por el programa.
2. La generación de diseños de interiores computacionales.

En el capítulo 4 (página 63) se muestra un ejemplo del proceso de la generación de un diseño de interiores computacional. El ejemplo es descrito paso a paso. En este capítulo también se muestra la generación de dos diseños más con diferentes valores en los parámetros del sistema para entender su comportamiento.

En el capítulo 5 (página 90) se describe la evaluación a la que sometimos dos ejemplos de diseños generados por el programa junto con un diseño generado por un ser humano experto. En este capítulo también se muestran y se discuten los resultados de esta evaluación.

En el capítulo 6 (página 98) se muestran las conclusiones de los resultados generales del trabajo de la tesis y se describen las posibilidades para el trabajo futuro.

ANTECEDENTES.

2.1 Introducción.

En este capítulo de la tesis se hablará del estado del arte que sirve como marco de referencia a nuestro trabajo.

En primer término se mencionan referencias de estudios científicos relacionados al diseño de interiores. Se delimita la participación de esta disciplina para que sea solamente un marco de trabajo para el modelo computacional que se reporta en esta tesis.

Después mencionamos cuáles han sido los acercamientos de las ciencias computacionales al diseño para tener una vista de las perspectivas desde las cuales se ha abordado esta relación entre diseños y computadoras.

En seguida revisamos las ideas de diseñadores teóricos sobre las características conceptuales de un diseño.

Exponemos las reglas principales de la percepción visual de elementos según la teoría Gestalt junto con un estudio de las características espaciales de una habitación residencial. Utilizamos esta información para plantear el concepto de la agrupación de los muebles en una habitación.

A continuación explicamos las diferentes perspectivas que tiene un individuo al percibir un diseño de interiores cuando se encuentra en una habitación.

Planteamos la importancia que tienen las emociones en el proceso del diseño en general, exponiendo las ideas de expertos en el tema y planteando nuestra idea del papel de los procesos afectivos en el proceso de generación de composiciones.

En base a la importancia que tienen las emociones en el proceso del diseño proponemos un nuevo sistema computacional para el diseño de arreglos de muebles y color en una habitación.

Al final hacemos algunas precisiones y delimitaciones que servirán como referencias a decisiones del sistema que serán abordadas en el capítulo de implementación.

2.2 El diseño de interiores.

El diseño de interiores es un proceso complejo que involucra conocimiento acerca de varias disciplinas, entre ellas están la psicología ambiental, la arquitectura, el diseño de productos y servicios (marketing), la teoría del color e incluso antropología.

Desde el momento en el que el hombre comenzó a vivir de forma sedentaria y tuvo la necesidad de permanecer en un mismo sitio por periodos de tiempo prolongados, sin saberlo, comenzó también con los inicios del diseño de interiores. Cuando el hombre primitivo tomaba decisiones de cómo y en dónde colocar sus pertenencias y utensilios en su espacio habitable, en realidad estaba diseñando su propio entorno.

Probablemente en aquellos tiempos, la decisión de colocar el dormitorio alejado de los utensilios de caza o de cocina en el espacio era determinado sólo por la funcionalidad y la seguridad que ello traía. Quizás existían más factores que aun desconocemos, pero lo cierto, es que al pasar de los años el hombre ha cruzado un camino evolutivo que lo ha llevado por diferentes etapas de complejidad psicológica, moda estética, cultura, idiosincrasia, funcionalidad, ideología e incluso misticismo. Todo esto ha llevado a los hombres a vivir de maneras muy distintas desde la perspectiva de cómo y con qué diseñan y decoran sus viviendas a través de las épocas hasta llegar a los días actuales.

Serafín Mercado, considerado el padre de la psicología ambiental en México (Carrascona 2005), nos da una clara referencia de la complejidad que envuelve el diseño de interiores al afirmar que el diseño nos permite conocer “algo” acerca de la gente que vivió ahí (Mercado 1995, p. 21). Según Mercado, las diferentes formas que toma

una casa son resultado de fenómenos complejos en los que intervienen factores sociales, culturales, económicos y físicos (Mercado 1995, p. 21).

Mercado asegura que una familia refleja su identidad cultural en la manera en la que diseñan, decoran y viven en sus casas, por lo que la construcción (refiriéndose a todos los niveles de diseño y decoración) de una casa es un fenómeno cultural (Mercado 1995, p. 21).

El diseño de interiores está ligado directamente a la cultura del hombre, esto lo hace altamente complejo.

El estudio de los factores que intervienen en el proceso del diseño de interiores ha sido constante a lo largo de los años. Existen muchos estudios que intentan explicar la influencia de un diseño de interiores en el comportamiento humano. Una parte de estos estudios se han llevado a cabo por medios estadísticos (ver Merhabian 1974 y Kelman 1977 en Mercado 2005) y otra parte de ellos por medio de la observación etnográfica como en el caso Eric Laurier (Whitemyer 2006). Eric Laurier es un científico que ha pasado los últimos 9 años de su vida usando la etnografía para estudiar el comportamiento de las personas en cafés europeos, simplemente, observándolos.

Estos estudios llegaron a resultados que han ayudado a mejorar los ambientes de espacios con propósitos definidos. De esta manera los diseñadores de espacios tienen “recomendaciones” eficientes sobre la forma del mobiliario, el acomodo del mismo, el color de las paredes, la iluminación y la distribución del espacio en el diseño de un lugar, ya sea para vivir, comprar o descansar.

Pero por otro lado, ya que ningún estudio cualitativo puede afirmar que toma en cuenta todos los factores que afectan el proceso de diseño, no hay reglas contundentes ni totales con respecto al mismo.



Fig. 2.1: El diseño de interiores a través del tiempo.

No está dentro del alcance de esta tesis el estudio de la historia y la evolución del diseño de interiores. Tampoco intentaremos representar el proceso completo del diseño de interiores, cuestión que seguramente es imposible hoy en día por la complejidad que conlleva.

En vez de eso, usaremos el diseño de interiores como un marco de trabajo sobre el que desarrollaremos un programa de computadora que producirá arreglos de muebles y colores novedosos en una habitación.

2.3 Modelos computacionales de Diseño.

El diseño, en general, ha atraído la atención de muchos investigadores de las ciencias computacionales en el pasado.

Las aplicaciones de Inteligencia Artificial han definido el proceso de diseño como un proceso de solución de problemas. Con base en esta idea, muchas técnicas que explotan los métodos transversales de espacios de búsqueda han sido investigadas, entre ellas se pueden mencionar a los Sistemas Expertos (Gero 1985). Por ejemplo, Maher (1985) describe un sistema experto llamado HI – RISE para el diseño estructural en el área de la construcción. Este programa está basado en un lenguaje de sistema de producción y en LISP.

Más recientemente han surgido aproximaciones de tipo sub-simbólicas aplicadas al diseño como la descrita en Coyne (1993). Esta aplicación sirve para crear descripciones del contenido de habitaciones en forma de una lista de elementos presentes en una habitación independientemente de su distribución. Este trabajo usa un algoritmo conexionista de aprendizaje que actúa sobre los lazos de un grafo de los descriptores de la habitación (estos

descriptores pueden ser muebles u otras características de la habitación). El algoritmo debilita o refuerza los lazos del grafo en base a la comparación con varios ejemplos de diseños de habitaciones exitosos previamente cargados en su base de datos. De este modo, el algoritmo refuerza las conexiones de los descriptores de la habitación que ocurren más frecuentemente y debilita aquellas conexiones de descriptores que casi no se encuentran en los ejemplos. El resultado son descripciones de habitaciones originales que conservan la relación intuitiva entre los elementos y permiten que sea posible que las habitaciones con descripciones inusuales puedan aparecer (por ejemplo una cocina con una televisión en ella).

El algoritmo que refuerza o debilita las conexiones utilizado por esta aplicación recobra y recombina de forma exitosa diseños previos para producir nuevas y novedosas descripciones.

El inconveniente que presenta esta aproximación al diseño es que, como en todos los modelos de tipo conexionista, es difícil explicar en los términos del dominio del diseño cómo fue que llegó a los resultados. La racionalización detrás de las decisiones tomadas para llegar a los diseños obtenidos resultan ajenas al conocimiento del sistema.

Por otro lado, también se han usado los algoritmos genéticos para resolver problemas de configuración en el diseño como en Woodbury (1993). Sin embargo y a pesar de todos los intentos que han existido, es muy difícil encontrar un modelo adecuado que facilite la aplicación de la selección de reglas y que aporte un mecanismo de realización de diseños simple e intuitivo.

Aparte, pero no separadas del todo se encuentran las herramientas de apoyo al diseño. Las herramientas computacionales de apoyo al diseño se pueden dividir en dos grupos:

1. Laboratorios de diseño: Enfocados principalmente en librar al diseñador de tareas repetitivas y cansadas que consumen tiempo. Los laboratorios de diseño ofrecen un espacio virtual en donde las ideas pueden ser rápidamente desarrolladas en prototipos que se implementan, se simulan, se prueban y son mejoradas fácilmente. Los sistemas CAD (*Computer-Aided Design*) caen en esta categoría.
2. Asistentes de diseño: Son sistemas cuyo propósito es ser una herramienta en el proceso del diseño (como en Janssen 2002 y en Gómez de Silva 2004). Estos sistemas generan diseños buscando encontrar soluciones para el diseñador, pero sobre todo sugiriendo ideas interesantes y novedosas que probablemente no habían sido consideradas en el problema. En esta categoría es posible que los sistemas puedan emular la forma en que los humanos trabajan o puedan no hacerlo, pero es frecuente que sean desarrollados con la idea de aplicar en ellos algún modelo computacional de cognición humana.

2.4 ¿Qué es un diseño?

Para Wong (1995) el diseño no sólo es una tarea de embellecer la apariencia exterior de alguna cosa. Es cierto que la procuración de la estética es parte de un diseño, sin embargo este debe perseguir más objetivos. Una silla bien diseñada, por ejemplo, no sólo debe poseer una apariencia exterior agradable, sino que también se debe mantener firme sobre el piso, ser cómoda, ser segura, duradera, debe poder ser producida a un costo competitivo, debe poder ser embalada y despachada de forma adecuada, y desde luego debe cumplir con una función específica para trabajar, descansar, comer o para otras actividades humanas.

La teoría del diseño de Wong (1995) comienza con una lista de los elementos de un diseño. Estos elementos de un diseño son las unidades básicas de producción y están muy relacionados entre si. Wong los agrupa en elementos conceptuales (punto, línea, plano, volumen), elementos visuales (forma, medida, color, textura), elementos de relación (dirección, posición, espacio, gravedad) y elementos prácticos (representación, significado, función).

Vilchis (2002) dice que el diseño estudia el comportamiento de las formas, sus combinaciones, su coherencia asociativa, sus posibles funcionalidades y sus valores estéticos captados en su integridad. Vilchis menciona la necesidad que tiene “lo diseñado” de satisfacer exigencias de racionalidad según las cuales los signos constituyen una manera de transformar las cosas dentro del campo de la comunicación.

Para Vilchis, el diseñador articula y organiza los elementos del diseño para que el hombre los comprenda, los asimile y los use. En este sentido, el diseñador es un especialista que debe establecer la relación entre las formas

del objeto diseñado y el uso que le darán sus destinatarios, razón por la que el diseñador no debe ser ajeno a los problemas operativos que hay en juego.

Con una visión del diseño desde el punto de vista del interiorismo, Allen (2004) afirma que el diseño de interiores se compone de elementos y principios. Los elementos del diseño son el espacio, la línea, la forma y la masa, la textura, la luz, el color y los patrones. Estos elementos ayudan al diseñador para crear un ambiente visual cuando los organiza y acomoda de forma muy relacionada y en alianza con los principios de la escala y la proporción, el equilibrio, el ritmo, el énfasis y la armonía.

Basados en estas aseveraciones de expertos en la materia del diseño, nosotros vemos un diseño de interiores como una composición, en donde los elementos que forman esta composición definen sus propiedades y características (formas, colores, posiciones, direcciones, etc) de manera tal que puedan satisfacer una serie de restricciones.

En resumen, el proceso de diseñar un espacio es el proceso de generación de una composición de elementos que satisfaga una serie de restricciones estéticas y de funcionalidad.

2.5 La percepción visual en el diseño de interiores.

Matlin & Foley (1996), al igual que muchos estudiosos de la percepción visual de los espacios (Mather 2006 & Koffka 1953) hacen referencia a la teoría Gestalt ó “psicología de la forma” para decir que las personas perciben e interpretan su entorno por medio de formas, prefiriendo siempre aquellas figuras que sean más simples sobre las figuras complejas.

Según la ley de la Pregnancia, las personas tienden a organizar sus campos perceptuales con rasgos simples y regulares, agrupando los elementos visuales de un espacio en organizaciones geométricas simples y buenas. Koffka (1953, p 160) describe esta ley de la siguiente forma “De diversas organizaciones geométricas posibles, la más adecuada es la que posea la forma más estable, más simple y mejor”.

La ley de pregnancia afirma que hay figuras geométricas que son mejores y más atractivas que otras. Las líneas rectas, los círculos y los cuadrados bien trazados son figuras buenas y atractivas para ser percibidas sobre líneas irregulares, elipses y formas de cuatro lados con ángulos interiores diferentes a los 90 ° (Matlin & Foley, 1996).

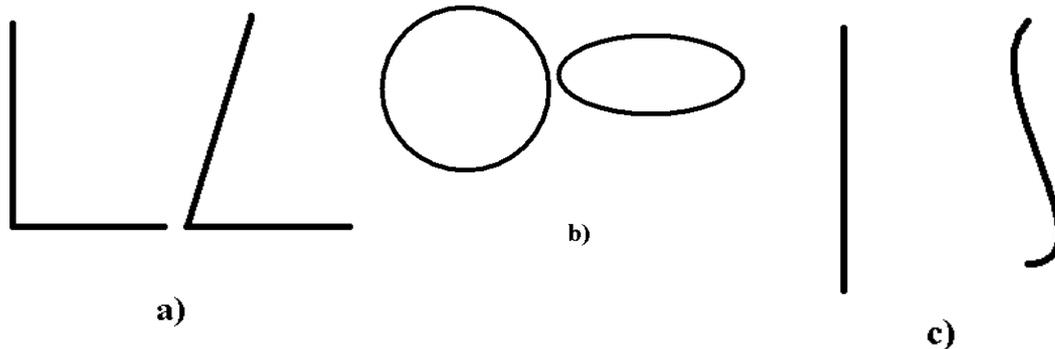


Fig. 2.2: Formas “buenas” contra formas “malas”: a) Ángulos rectos son mejores que los ángulos obtusos o agudos. b) Círculos son mejores que óvalos. d) Líneas rectas son mejores que líneas irregulares.

La ley de pregnancia es un principio general que comprende otras leyes llamadas leyes de agrupación.

Las cinco leyes de agrupación principales explican porqué las personas agrupan elementos en vez de manejarlos como aislados e independientes en su percepción.

1.- Ley de la proximidad: establece que los elementos contiguos geográficamente tienden a ser vistos como una unidad.

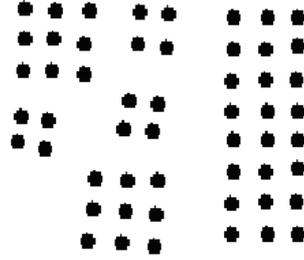


Fig. 2.3: Ley de la proximidad. ¿Cuántos grupos hay en la imagen?

2.- Ley de la similitud: determina que los elementos similares tienden a ser percibidos como una unidad. La similitud depende de la forma, el tamaño, el color y otros aspectos visuales de los elementos.

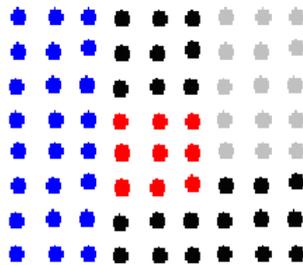


Fig. 2.4: Ley de la similitud. ¿Cuántos grupos hay en la imagen?

3.- La ley de buena continuación: postula que los elementos arreglados en una línea recta o curva continua tienden a ser vistos como una unidad.



Fig. 2.5: Ley de la buena continuación. ¿Cuántos grupos hay en la imagen?

4.- Ley del cierre: establece que cuando una figura es discontinua en sus bordes, nos inclinamos a verla como una figura completa y cerrada. Nuestra mente añade los elementos faltantes para completar una forma.

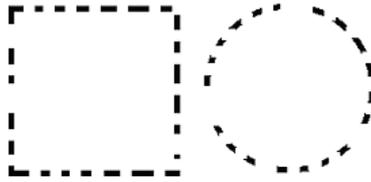


Fig. 2.6: Ley del cierre. ¿Qué figuras puede distinguir?

5.- Ley del destino común: postula que cuando los objetos se mueven en la misma dirección, los vemos como una unidad.

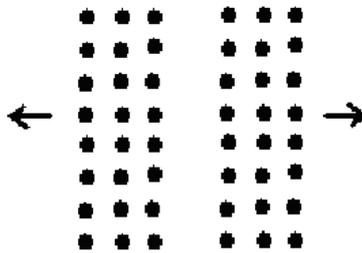


Fig. 2.7: Ley del destino común. ¿Cuántos grupos hay en la imagen?

En base a estos autores y a las leyes de agrupación principales de teoría Gestalt, nosotros afirmamos que las personas tienden a agrupar los muebles de la composición de un diseño de interiores por factores como su cercanía, su similitud en características visuales (como el color, la forma o el tamaño) y su similitud simbólica (mismo uso, mismo valor sentimental, misma familia de elementos) .

Una de las formas en las que las personas agrupan los muebles en una habitación es por la función que como grupo cumplen una serie de muebles. Las personas agrupan los muebles en familias funcionales como el comedor, la sala, la recámara, el estudio etc. En la figura 2.8 imagen a) se muestra un plano de un salón en donde los muebles son agrupados por su familia funcional en Sala, Comedor y Estancia.

Otra de las formas en las que las personas agrupan los muebles en una habitación es por la cercanía que hay entre ellos (ley de la proximidad), como lo muestra el plano del salón de la figura 2.8 imagen b). Los muebles son agrupados en cuatro módulos. Cada uno de los módulos es un grupo por cercanía.

Las personas también tienden a agrupar los muebles en una habitación por su similitud (ley de la similitud). El factor visual más inmediato en la percepción de un espacio es el color. En la figura 2.8 imagen c) se muestra la agrupación de los muebles del salón en dos módulos por su color.

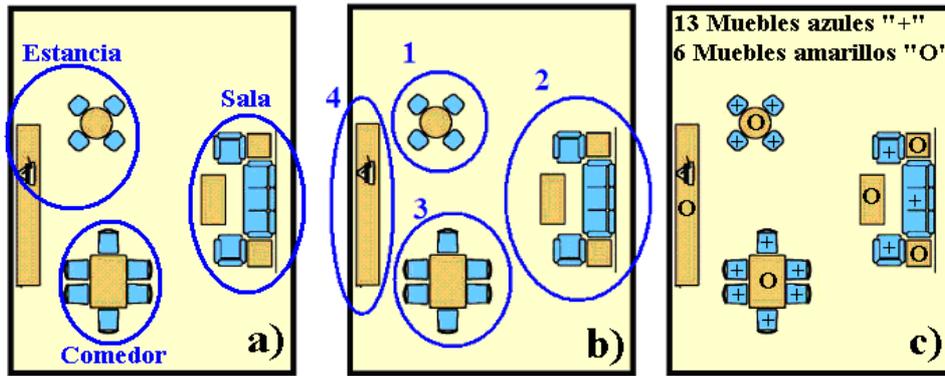


Fig. 2.8: Plano de un salón en donde se ven tres distintos tipos de agrupación de muebles en una habitación. a) Agrupación por familia funcional. b) Agrupación por cercanía. c) Agrupación por color.

En Allen (2004, p. 180-187) se muestra un estudio muy completo que toma en cuenta la antropometría para la determinación de los espacios que debe haber entre los muebles de una habitación residencial para que sea funcional.

De este estudio tomamos dos datos que son importantes para entender como se perciben los grupos de elementos en una habitación por su proximidad.

El primer dato es el ancho que debe tener el camino del tráfico de la habitación. El camino del tráfico es aquel que divide la habitación en grupos de muebles, sirve para que las personas se trasladen de un módulo a otro dentro de la composición. En el estudio de Allen, en la parte de caminos de tráfico para pequeñas residencias se menciona que este camino debe de ser de al menos de 18 pulgadas (45 centímetros).

El segundo dato es el espacio que debe existir para el transito de pies y piernas entre muebles en un mismo módulo de la habitación. Este espacio es, por ejemplo, el que debe existir entre un sillón y el borde de una mesita de café en un módulo de sala tomando en cuenta que una persona debe poder pasar entre ellos y debe poder sentarse en el sillón sin golpear sus piernas contra la mesita. En el estudio de Allen, el ancho de esta distancia debe de ser de al menos de 12 pulgadas (30 centímetros).

En todos los modelos de diseños de interiores que hemos visto en nuestra investigación notamos que los muebles nunca están totalmente pegados unos con los otros, ni aun cuándo pareciera que no es necesario dejar espacio entre ellos (como por ejemplo entre dos lados laterales de un par de sillones). No encontramos ninguna regla que indique que esto debe ser así. Sin embargo hemos observado que los expertos en diseño de interiores siempre dejan un espacio de al menos 10 centímetros entre dos muebles.

En la figura 2.9 imagen a) se muestra el área de tráfico entre módulos de muebles en rojo. En la imagen b) se muestra el área de transito y confort entre los muebles de un módulo en rosa. En la imagen c) se muestra el área de separación mínima entre muebles en verde.

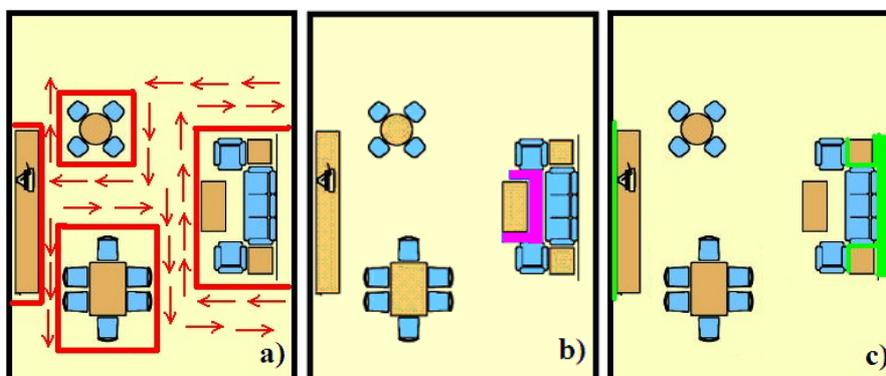


Fig. 2.9: Áreas de transito entre módulos, de confort entre elementos de un mismo módulo y mínima entre muebles de un módulo. a) Área de trafico entre módulos. b) Área de transito y confort entre muebles en un módulo. c) Área de separación mínima entre muebles.

2.6 Distintas formas de percibir el diseño de una habitación.

Al estar en una habitación por primera vez, desde el primer instante y en pocos segundos, podemos percibir información importante acerca del lugar sin necesidad de calcular datos de forma detallada.

Guillaume (1984) propone que el punto de partida de toda experiencia psicológica de las personas en la percepción de un espacio es la experiencia inmediata.

Por ejemplo, es posible saber cuál color es el predominante en un espacio como en la figura 2.10.



Fig. 2.10: Una habitación predominantemente amarilla.

Es posible también saber si una habitación tiene más muebles de los que debería o si la distribución de los mismos es uniforme o concentrada en un punto.

Este tipo de primeras impresiones generales son golpes de información que nos sorprenden siempre que entramos a un lugar nuevo en los primeros instantes.

Después de pasar algunos minutos en el espacio que acabamos de conocer, generalmente hacemos un estudio del mobiliario que hay en la habitación y tendemos a buscar sitios que podamos relacionar con nosotros, buscamos el dormitorio, la mesa de comedor, la estancia y cosas así.

Al permanecer más tiempo en la habitación nos familiarizamos con los muebles, su color, su posición y otras características propias de cada uno de ellos.

Las aportaciones de la teoría del diseño y la teoría Gestalt a las que hemos hecho referencia, nos hacen pensar que la percepción que una persona tiene sobre un diseño de interiores puede ser estudiada desde tres perspectivas: La primera es cuando el espacio diseñado se percibe como un todo. La segunda es cuando el espacio se percibe como grupos de elementos (grupos formados según las leyes de la Gestalt). La tercera es cuando el espacio se percibe como una gran comunidad de elementos individuales.

En la figura 2.11 se representa un diagrama que localiza estas tres formas de percibir un espacio por parte del individuo. En la capa más externa del modelo se encuentra la evaluación del espacio percibido como un todo (la habitación completa en sí), en la segunda capa se encuentra la evaluación perceptiva con base a los grupos de elementos (módulos de muebles). Por último, la tercer capa evalúa elemento por elemento (mueble por mueble).

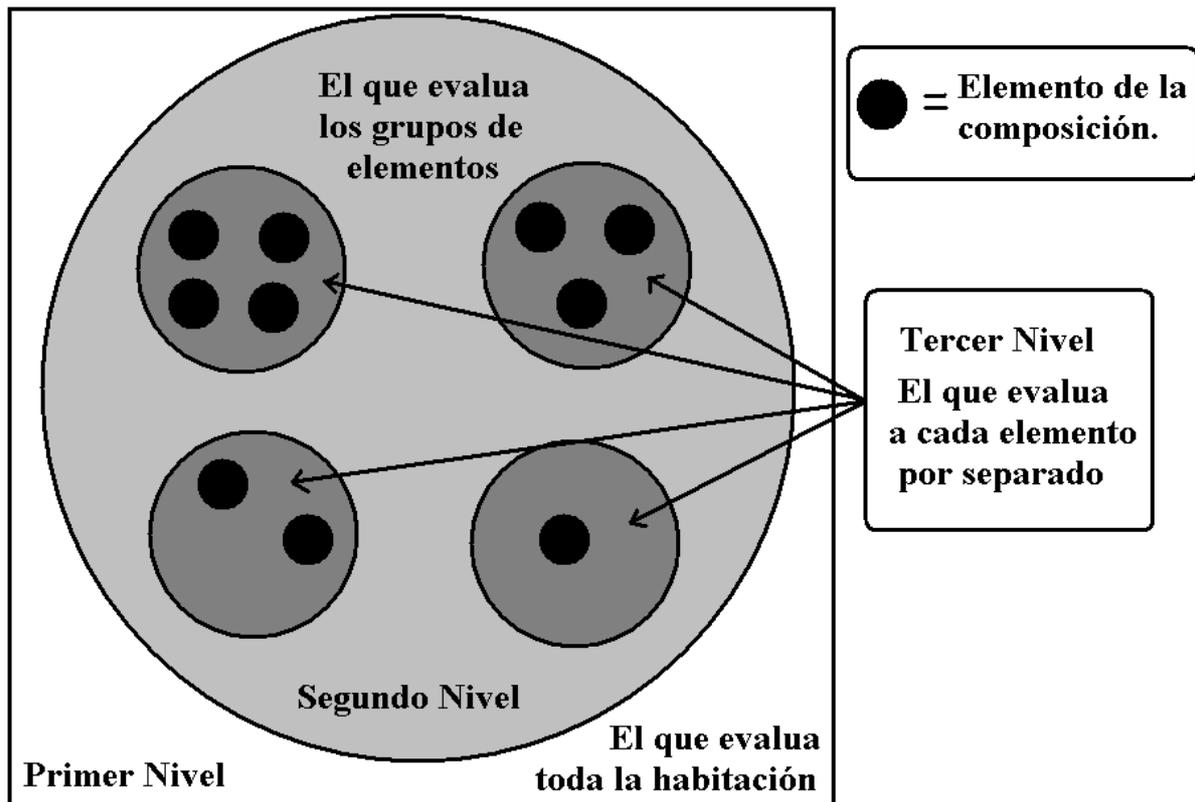


Fig. 2.11: Los tres niveles de experiencia de un diseño de interiores.

2.7 La importancia de las emociones en el diseño.

Las emociones tienen un lugar primordial en el objetivo del diseño de interiores. Los espacios son diseñados para que los individuos realicen en ellos las diferentes actividades de sus vidas. Corraliza (1987) cita el trabajo de Ittelson (1973) y afirma que la respuesta afectiva constituye el primer nivel de respuesta en el proceso de interacción del hombre con su medio. Corraliza también menciona la importancia que tienen los sentimientos provocados por el ambiente en las conductas de las personas en el medio. Para Merhabian (1980), las reacciones emocionales (afectivas, connotación, sentimiento) representan el núcleo común de la respuesta humana a todos los ambientes.

Entonces los ambientes proporcionan un campo fértil para el surgimiento de emociones y comportamientos en las personas que se desenvuelven en ellos. El diseñador trabaja en el espacio, por lo que, en realidad, él también es afectado emocional y afectivamente por su propio diseño en formas distintas y con distintos grados de intensidad. Esta afectación sucede a través de cada una de las etapas de la creación, lo cual afectará las decisiones del diseñador durante el proceso de diseño.

Obradors (2007) menciona que, a pesar de que históricamente la creatividad ha sido asociada generalmente a la inteligencia, no nos podemos referir a ella como si fuera generada únicamente por el pensamiento, porque en el acto creativo están implicados las emociones, los sentimientos y el conocimiento. Obradors destaca que el pensamiento creador trata de establecer relaciones entre las distintas e innumerables unidades de información que percibe nuestro cerebro. Ya que la creatividad no está localizada específicamente en ninguno de los dos hemisferios del cerebro, la percepción y la intuición del hemisferio derecho son tan importantes como la lógica y la razón del hemisferio izquierdo para ella.

Según Obradors (2007), varios estudiosos del proceso creativo como Barron, Feldman, Gardner, Gruber y Davis, Simonton y Torrance (en Sternberg 1988, p. 431) están de acuerdo en que, sin tener en cuenta el contenido concreto, el tipo de producto obtenido o el dominio en donde se desarrolle la creatividad, el proceso implicado en la creación requiere de tensión (hablando de la tensión emocional que se desarrolla en varios estados de ánimo).

Un estudio de Saturnino de la Torre en el año 2000 (descrito en Obradors 2007 p. 96), realizado con profesionales cuyo trabajo implica desarrollos creativos, muestra que antes de iniciar un proceso de creación predomina un estado tensional en el que parecen fluir mil ideas. Es en este estado tensional en donde la cognición y el sentimiento cooperan para llevar al consciente aquellas ideas que fluctúan en el pre-consciente o subconsciente.

Gelernter (1994) pone a las emociones como eje principal de la toma de decisiones en los procesos creativos humanos. Propone, con mucho énfasis, que las emociones han venido a sustituir a la lógica en la solución de problemas trabajando como el “pegamento” de las ideas.

Siguiendo estas afirmaciones sabemos que es posible crear representaciones computacionales de reacciones afectivas provocadas por la configuración de los elementos de un espacio. Las representaciones de reacciones afectivas pueden ser usadas como ligas o “pegamento” a las ideas (posibilidades de diseño) que se encuentran guardadas en la memoria. De esta forma se pueden tomar decisiones para agregar nuevos elementos y avanzar en el proceso de composición de un diseño de interiores.

2.8 El modelo Engagement and Reflection.

Sharples (1999) propone que la actividad de la escritura creativa puede verse como un ciclo de diseño creativo-cognitivo de dos fases: La fase *Engagement* y la fase *Reflection*.

Según Sharples, el inicio del proceso creativo de escritura comienza con una escena inicial. Esta escena tiene una serie de restricciones externas e internas que forman un contexto inicial. Las restricciones externas son la tarea de escribir, las herramientas, el mundo y los recursos humanos y físicos. Las restricciones internas son las mentales como el saber qué escribir y cómo componer el material para satisfacer a una audiencia y para que tenga un propósito. Estas restricciones guiarán el camino del proceso de composición de una historia.

En la fase de *Engagement* un escritor busca en su memoria para traer ideas que satisfagan las restricciones actuales. Las ideas son expresadas como un propósito de escritura. El contexto inicial disparará varias búsquedas de ideas en la memoria para ir avanzando en el proceso creativo.

En algún momento, las búsquedas se detendrán por alguno de varios motivos (quizás el escritor se ha dado cuenta que las ideas que está trayendo no son novedosas o no cumplen con las restricciones, tal vez el escritor ha decidido explorar algún otro campo conceptual para crear y traer nuevo material).

En la fase de *Reflection* el material generado en la fase anterior es analizado, evaluado, modificado en caso de ser necesario. Se puede volver a explorar la memoria para traer algunas ideas con el fin de transformar las representaciones traídas en *Engagement* hasta que satisfagan todas las restricciones.

Cuando las ideas logran satisfacer las restricciones del contexto actual son integradas a la historia que se está escribiendo y ahora forman parte del nuevo estado inicial. Se actualiza el contexto integrando los cambios provocados por la integración de las nuevas ideas. Por consecuencia son actualizadas las restricciones.

Se inicia un nuevo ciclo de *Engagement* para avanzar en la historia.

Sharples (1999) explica que por medio del ciclo productivo *E-R* un escritor formará y explorará ideas y espacios conceptuales. Los espacios conceptuales proveerán restricciones para que el escritor especifique y organice las ideas en una forma lingüística. El lenguaje será expresado como el texto escrito que a su vez será revisado e interpretado como material que provocará nuevas ideas en el escritor.

En la figura 2.12 se muestra el diagrama del ciclo *Engagement and Reflection*.

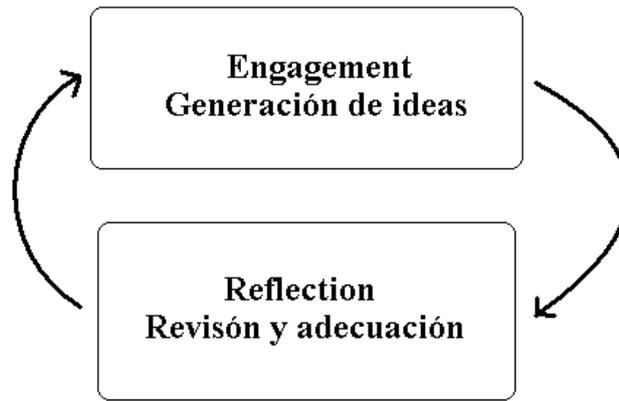


Fig. 2.12: Modelo *Engagement and Reflection*.

Este modelo de creatividad computacional ha sido implementado en programas de computadora para generar productos novedosos e interesantes.

Por ejemplo, el sistema Mexica descrito en Pérez y Pérez & Sharples (2001). Mexica es un software computacional que implementa el modelo de *Engagement and Reflection* para simular el proceso mental en la creación de historias novedosas e interesantes acerca de los Mexicas.

Siguiendo los pasos de Pérez y Pérez & Sharples simularemos el proceso del diseño de interiores implementando el modelo de creatividad computacional *Engagement and Reflection (E-R)* en un programa de computadora.

2.9 Diseño de Interiores Computacionales.

Para poder explicar nuestro modo de aproximarnos al diseño de interiores debemos hacer explícita la diferencia entre los productos complejos y sofisticados que un diseñador de interiores humano profesional puede conseguir y los acomodos de complejidad y sofisticación limitada que nuestro programa podrá generar. Nuestro programa no toma en cuenta, entre otros, a los siguientes elementos:

- ✓ Adornos en muros.
- ✓ Adornos en el piso.
- ✓ Adornos en los muebles.
- ✓ Texturas en muebles.
- ✓ Texturas en muros.

Nuestro programa muestra sus diseños en una habitación virtual tridimensional, esto hace que la experiencia del diseño no sea tan completa como sería si pudieran ser construidos en una habitación real con muebles reales.

Por las características mencionadas arriba queremos introducir el término *Diseños de Interiores Computacionales (DIC)* para llamar así a los diseños generados por nuestro programa.

Por medio de nuestro programa mostraremos, a pesar de las limitantes de complejidad, que los DIC proveen procesos, acciones y resultados acerca del diseño de interiores que de otra forma serían muy difíciles de conseguir.

2.10 En resumen.

En este capítulo mostramos información general acerca del diseño de interiores y delimitamos la participación de esta disciplina como un marco de referencia del trabajo que desarrollamos en esta tesis.

Exploramos algunos modelos computacionales que se han aplicado al diseño y mencionamos sus características.

Estudiamos las ideas conceptuales que los expertos tienen acerca de la teoría del diseño en general y del diseño de interiores. También enlistamos las leyes de percepción de la teoría Gestalt y mostramos cómo pueden ser aplicadas en la forma en la que las personas agrupan muebles en un diseño de interiores.

Propusimos un modelo en el cual se localizan tres diferentes perspectivas desde las que las personas pueden percibir una habitación.

Mencionamos a los autores y las ideas que proponen que las emociones son fundamentales en el proceso del diseño para proponer que es posible usar representaciones computacionales de reacciones afectivas para tomar decisiones que lleven a la generación de diseños novedosos.

Resumimos las características principales del modelo de creatividad computacional *Engagement and Reflection* y proponemos que es posible implementar este modelo en un programa de computadora que genere Diseños de Interiores Computacionales.

Con base en el marco teórico mostrado, en los siguientes capítulos de este trabajo de tesis se describirá el desarrollo de la representación computacional de algunas reacciones afectivas que surgen durante el proceso del diseño de interiores (capítulo 3). Se describirá la implementación del modelo *Engagement and Reflection* en un programa computacional que utilice las representaciones mencionadas para generar Diseños de Interiores Computacionales (DIC) novedosos en una habitación virtual (capítulo 3). Se mostrarán ejemplos claros del funcionamiento del programa (capítulo 4). Se evaluarán sus resultados en contra de un diseño generado por un ser humano (capítulo 5) y se darán conclusiones acerca de todo este trabajo (capítulo 6).

El nombre del programa es “DIER: Diseñador de Interiores E-R”, para efectos prácticos nos referiremos a él por sus siglas (DIER).

IMPLEMENTACIÓN.

3.1 Introducción.

En este capítulo se describe la implementación del modelo de creatividad computacional *Engagement and Reflection* en un programa de computadora que genera Diseños de Interiores Computacionales (DIC).

En la primera parte del capítulo (a partir del punto 3.2) enlistamos algunas de las reacciones afectivas que están presentes en el proceso del diseño de un espacio. Estas reacciones nos sirven como base para crear las reglas afectivas con las que trabaja el sistema.

En la segunda parte del capítulo (a partir del punto 3.3) describimos la implementación del modelo *E-R* en un programa de computadora.

En esta parte describimos el funcionamiento de los módulos que componen el sistema DIER:

- ✓ Interfaz de diseño
- ✓ Módulo de observación

En la tercera parte del capítulo (a partir del punto 3.4) mostramos el modo en el que el programa funciona.

El funcionamiento de DIER está dividido en dos procesos principales:

1. La creación de las estructuras del conocimiento y su almacenamiento en memoria.
2. La generación de Diseños de Interiores Computacionales.

Ambos procesos serán explicados.

3.2 Reacciones afectivas.

Como planteamos en el capítulo 2, las reacciones afectivas son el pegamento de las ideas en el proceso creativo del diseño.

Hemos encontrado que los expertos en el diseño ponen atención en ciertos factores que consideran importantes en los espacios diseñados para que sean adecuados para su uso.

Según Ortiz (2004, p. 135) “El color en el hogar no sólo se utiliza para embellecer, sino que también se busca que resuelva las necesidades psicológicas de quienes viven en él. Por ello, la elección del color debe estar basada en factores estéticos, psíquicos, culturales, sociales y económicos. Debe tomarse en cuenta el gusto o preferencia del color de los habitantes, así como el significado de los colores.”

Allen (2004), en su libro *Beginnings of Interior Environments* habla del adecuado nivel de carga que debe tener una habitación para ser más atractiva. Menciona que el lugar ocupado por muebles en un espacio se considera de carga positiva y que aquel que no está ocupado por muebles se considera de carga negativa. Por ejemplo, el lobby de un hotel requiere de mucha carga negativa por el nivel de actividad que se espera que tenga.

Allen (2004, p. 78) afirma: “En cuanto a los interiores de una residencia, los cuartos poco cargados de muebles son frecuentemente más atractivos que los que están saturados. Estudios revelan que la saturación en un espacio puede tener un efecto psicológico negativo en sus ocupantes. Algunos espacios vacíos entre grupos de muebles ayudan a dar un efecto despejado y libre de estorbos. Un espacio abierto ocasional o una esquina vacía ensancha el cuarto y da a los ocupantes espacio para respirar. Pero por otro lado, un vacío severo puede ser lúgubre y poco atractivo. Evite los extremos.”

Allen también da mucha importancia a la correcta distribución de los muebles en el diseño de una habitación interior. Allen dice que una buena planeación del espacio debe ser la prioridad principal para asegurar un diseño interior en donde las actividades humanas puedan ser realizadas con un mínimo de frustración. “Un interior puede tener telas exquisitas, colores brillantes y sillones confortables, pero si una persona no tiene suficiente espacio para funcionar (trabajar detrás de un escritorio por ejemplo) la belleza de los muebles es un desperdicio.” Allen (2004, p. 79).

Al igual que Allen, Mercado (1995) da una gran importancia a la funcionalidad colocándola como una variable determinante en la habitabilidad de un espacio. Mercado menciona que la funcionalidad de una habitación va asociada generalmente a las necesidades prácticas de los ocupantes y que es una variable que contribuye al grado de preferencia de un espacio.

3.2.1 Las Reglas DIC.

Siguiendo a los expertos citados, creemos que 4 de los factores más importantes que deben ser tomadas en cuenta en el diseño de una habitación son:

1. Los colores del mobiliario y de la habitación.
2. La funcionalidad del mobiliario de la habitación
3. La distribución del mobiliario en la habitación
4. El nivel de carga de mobiliario en la habitación

Pensando en estas características, para la versión actual de DIER hemos definido siete reglas que representan siete reacciones afectivas. En nuestro trabajo llamaremos “Tensiones” a las siete reacciones afectivas que serán descritas a continuación.

Estas siete reglas toman en consideración los cuatro factores mencionados arriba. Las reglas están distribuidas de la siguiente forma:

- ✓ 3 Reglas de color
- ✓ 1 Regla de funcionalidad del mobiliario
- ✓ 2 Reglas de distribución del mobiliario
- ✓ 1 Regla del nivel de carga del mobiliario

Para efectos prácticos nos referiremos a estas reglas como *Reglas DIC* (Reglas de Diseños de Interiores Computacionales).

Cada una de estas reglas es la representación de una tensión afectiva disparada como consecuencia de las características de un diseño. Estas representaciones serán el pegamento de las ideas nuevas en nuestro sistema.

Las reglas DIC son las siguientes:

1) Armonía de Color (AC)

Mary Gilliatt sostiene que los colores armoniosos son los colores contiguos o próximos al círculo cromático: “ya que estos son casi idénticamente cálidos o casi idénticamente fríos” (Gilliatt 2002, p. 53).

El estudio de Helson-Landsford (descrito en Fehrman & Fehrman, 2004, p. 80) demostró que el grado de contraste entre dos colores (uno de objeto y uno de fondo) desempeña una función importante en la atención y tensión emocional de los individuos. Mientras más distanciados estén dos colores en el círculo cromático (definición de “contraste” según Gilliatt, 2002 p. 53) se tiende a una tensión emocional más alta ante su exposición.

Basados en las aseveraciones de Gilliat, tomamos a los colores contiguos o próximos al círculo cromático como colores armónicos. Definimos que un diseño que solo ocupe colores armónicos entre sí será menos tenso que un diseño que ocupe colores alejados entre sí en el círculo cromático siguiendo los resultados de Helson-Lansford.

En la figura 3.1, se pueden apreciar tres ejemplos de colores Armónicos. En la imagen a) están el amarillo, el naranja y el rojo. En la imagen b) están dos tipos de azul y el violeta. En la imagen c) están el violeta y dos tipos de rojo.

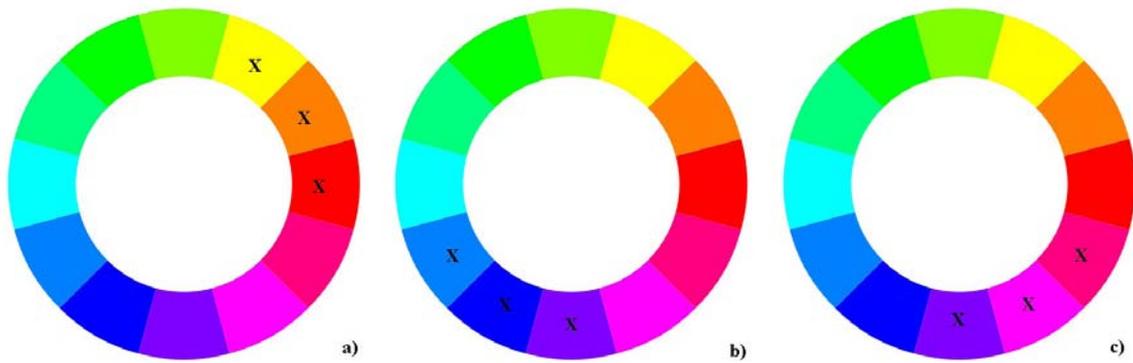


Fig. 3.1: Tres ejemplos de colores armónicos en el círculo cromático según Mary Gilliat.

2) Contraste de Color

Fehrman & Fehrman (2004) enfatizan el hecho de que en los primeros estudios que se realizaron para conocer las preferencias de color en los individuos humanos fueron poco controlados, además tuvieron resultados muy ambiguos y poco concretos.

Los mismos Fehrman & Fehrman vuelven a hacer referencia al estudio de Nelson/Lansford diciendo que probablemente fue el primer experimento individual del color mejor controlado para determinar las preferencias de las combinaciones del color. Acerca de este estudio establecen: “El estudio de Nelson/Lansford demostró que las clasificaciones de las preferencias de color fueron producto de una interacción entre la fuente de luz, el color del fondo y el color de los objetos. El color de fondo fue el componente más importante en los juicios para determinar las preferencias, debido al efecto de contraste que producía.” “También se determinó que el contraste del valor (intensidad del color) fue el factor más importante en la armonía agradable del color.” (Fehrman & Fehrman, 2004 p. 80).

Mary Gillat (2002) en su vocabulario de términos de color dice que la expresión “contrastante” se refiere a colores distanciados entre sí en el círculo cromático.

En la figura 3.2 se muestran tres ejemplos de colores contrastantes según el concepto expuesto en Gillat (2002, p. 53). En la imagen a) se muestran tres colores contrastantes al amarillo. En la imagen b) se muestran tres colores contrastantes al rojo. En la figura c) se muestran tres colores contrastantes al verde.

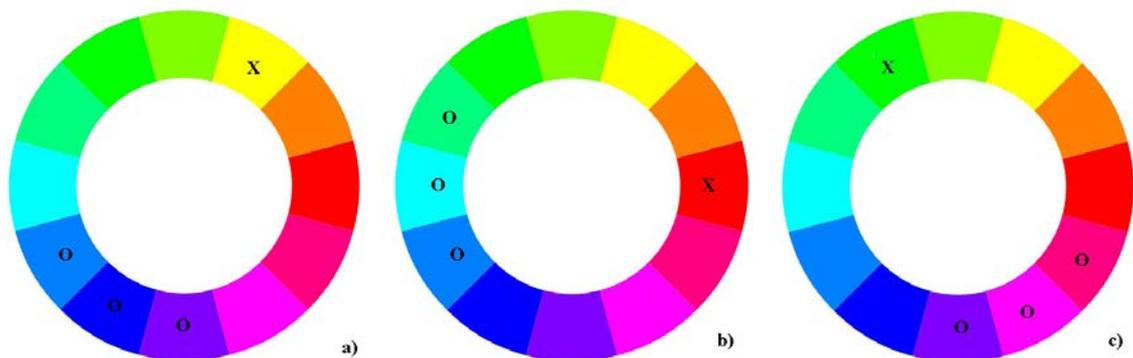


Fig. 3.2: Tres ejemplos de colores contrastantes para el Amarillo, el Rojo y el Verde según Mary Gillat.

Los apuntes de Mahnke (1996) de diseño de interiores establecen que el manejo del contraste es la forma en la que el mobiliario puede ser realizado o escondido en el ambiente y el fondo de las habitaciones. Mahnke también advierte que se debe ser muy cuidadoso en el uso de los contrastes en el diseño. Él destaca que los contrastes de color pueden ser útiles o adversos. Complementa la explicación de su visión del contraste algunas pistas:

1. “Colores similares en saturación y tono pueden unificar un cuarto y hacer que el espacio parezca más largo de lo que en realidad es, sin embargo, deben asegurarse de evitar la monotonía.” (Monotonía refiriéndose al mismo tono). (Mahnke 1996, p. 85).

2. “Contrastes entre paredes y muebles lograrán que los muebles sean más prominentes.” (Mahnke 1996, p. 86).

Basados en los resultados de Nelson/Lansford, tomaremos en cuenta los colores y las intensidades de color de las paredes (fondo) y del mobiliario (objetos) para calcular el nivel de contraste que existe en una habitación.

Para ser congruentes con Mahnke, buscaremos el equilibrio en el nivel de contraste de color en un diseño: Si el diseño evaluado presenta ningún o muy poco nivel de contraste, una tensión de monotonía será disparada. En oposición, si el diseño incluye un alto nivel de contraste, de tal forma que es demasiado estimulante para el observador, una tensión de contraste excesivo será disparada.

3) Impresión de Color

Fehrman & Fehrman (2004) declaran que, según sus propios estudios, no parece haber diferencia en el grado de emoción o excitación que pueden provocar los colores en sí. Toda respuesta emocional a determinados tonos es una respuesta aprendida: “Los colores no tienen detonadores emocionales inherentes” (Fehrman & Fehrman, 2004, p. 83). Complementan esta declaración con la conclusión de sus experimentos: “Con respecto a la excitación o emoción, la intensidad del color parece tener mayor importancia que el color mismo.” (Fehrman & Fehrman 2004, p. 81).

Fehrman & Fehrman mencionan un estudio hecho por Massao Inui en Japón acerca del color y los ambientes interiores. Como resultado de este estudio se determinó que los interiores compuestos de colores no tan brillantes generan un ambiente más placentero. Ellos dicen: “Ya que la impresión de color de una habitación es principalmente experimentada como una experiencia integrada por un observador, Inui encontró que mientras menos brillante sean los colores (tendiendo hacia la neutralidad), será más placentero el interior”. (Fehrman & Fehrman 2004, p. 128).

Fehrman & Fehrman explican la idea de una experiencia integrada de color de la siguiente forma: “cada cosa en una habitación hace una declaración de color independiente, pero los elementos gobernantes son la pintura (en las paredes) o el papel tapiz, las cortinas, alfombras y la tapicería. Los acentos del color provienen de las alfombras, lámparas, camas y líneas de mesas, accesorios y otros artículos”. (Fehrman & Fehrman 2004, p. 124).

Siguiendo las conclusiones del estudio de Inui, en este trabajo evaluamos la experiencia integral de la impresión de color que tiene el individuo en un diseño de interiores: Si esta impresión de color tiende hacia colores neutrales (claros, que tienden al blanco), es considerada como placentera. En caso opuesto (oscuros, que tiendan al negro), una tensión de impresión de color será disparada.

Basados en la idea de la experiencia integrada de Fehrman & Fehrman, la impresión de color de la habitación será calculada considerando las paredes y los muebles de la habitación.

Ya que en la versión actual del software el color del piso no es dinámico, el modelo de DIER no lo toma en cuenta para este cálculo.

4) Valor Funcional

Ritterfeld (2002) apunta la importancia del valor funcional de los objetos cotidianos como una parte esencial del proceso de la formación de impresión estética en la vida diaria.

Mercado (1995) identifica al “Control” como una de las dimensiones del impacto emocional en el diseño de una vivienda. Él menciona que el control es el grado de dominio que una persona percibe tener sobre un espacio o elemento del medio. Un elemento del medio, como un mueble, que no puede ser usado de forma adecuada por falta de espacio o por bloqueo de otro elemento genera una tensión que a su vez influye en el grado de placer – displacer que el diseño provoca en el individuo.

Allen (2004) otorga mucha importancia a la funcionalidad en el diseño de interiores. Allen sostiene que una buena planeación del espacio debe ser la prioridad principal para asegurar un diseño interior en donde las actividades humanas puedan ser realizadas con un mínimo de frustración. Ella se refiere a que cualquier arreglo de muebles que dificulte el accionar de las personas en el uso del espacio para un fin específico (sentarse en una

silla, acostarse en una cama, pasar entre un sofá y una mesita de café, etc.) causará frustración y emociones negativas.

En nuestro sistema cada pieza de mobiliario tiene un valor funcional. El valor funcional de cada mueble representa el grado en el que el mueble puede cumplir con la función a la que está naturalmente destinado desde su concepción. Por ejemplo, el propósito de una silla es que una persona pueda sentarse en ella, el propósito de una cama es que una persona pueda acostarse e incluso dormir en ella.

Un determinado acomodo del mobiliario puede afectar el valor funcional de uno o más muebles por falta de espacio para realizar su función. Por ejemplo, si una silla está sobre una mesa, ninguna de las dos, ni la silla ni la mesa pueden ser utilizadas correctamente. Si dos sofás están colocados muy cerca uno en frente del otro, ambos se bloquean entre sí y no podrán servir para que alguien se siente en ellos.

Basados en las afirmaciones de estos expertos, en nuestro trabajo, cuando la funcionalidad de un mueble es alterada por el bloqueo de otro mueble o un muro de tal forma que no tiene el espacio suficiente para servir a su propósito, la tensión del valor funcional de la habitación es incrementada.

5 Distribución

Lidwel, Holden y Butler (2005) afirman que la simetría ha sido siempre asociada con la belleza. Asencio (2001) menciona que la belleza encuentra la máxima expresividad en la mínima ornamentación posible y en el equilibrio simétrico de los elementos para poder fluir libremente a través del espacio y el tiempo.

Sobre el nivel adecuado de espacios vacíos en una habitación Allen (2004) dice que deben ser suficientes para los caminos de tránsito y para dejar de vez en cuando algún lugar que deje respirar al usuario.

En nuestro modelo, el mobiliario debe estar uniformemente distribuido a lo largo y ancho de la habitación para producir un arreglo simétrico de objetos, de otra manera la tensión de distribución será disparada.

6) Densidad

Lidwel, Holden y Butler (2005) sugieren que los seres humanos tenemos una preferencia especial por los espacios que nos recuerdan una sabana (espaciosos con algunos elementos dispersados) más que por aquellos espacios parecidos a desiertos (totalmente vacíos) o densos como junglas o bosques montañosos (saturados de elementos). Ellos mencionan que la característica que más nos gusta de las sabanas son los espacios abiertos con árboles dispersos y la pradera continuo y de color constante. Esto en oposición de la visión obstruida, la complejidad desordenada y las texturas irregulares (véase Balling & Falkin 1982 y Kellert 1993).

Allen (2004), habla del adecuado nivel de carga que debe tener una habitación para ser más atractiva: “En cuanto a los interiores de una residencia, los cuartos poco cargados de muebles son frecuentemente más atractivos que los que están saturados . . . Estudios revelan que la saturación en un espacio puede tener un efecto psicológico negativo en sus ocupantes. Algunos espacios vacíos entre grupos de muebles ayudan a dar un efecto despejado y libre de estorbos. Un espacio abierto ocasional o una esquina vacía ensancha el cuarto y da a los ocupantes espacio para respirar. Pero por otro lado, un vacío severo puede ser lúgubre y poco atractivo. Evite los extremos.”(Allen 2004, p. 78).

Siguiendo a Allen, el diseño de interiores debe tomar en cuenta el equilibrio en la densidad de mobiliario que hay en el espacio. En nuestro modelo: Si el número de muebles dentro del cuarto es muy pequeño recuerda algo parecido a un desierto y entonces una tensión de baja densidad es disparada. Por otra parte, si el número de muebles en la habitación es muy alto sería parecido a un bosque complejo, complicado y denso. Entonces una tensión de densidad alta es disparada.

7 Proximidad

Como lo mencionamos en el capítulo 2, en nuestra investigación sobre diseño de interiores que ha incluido tendencias, fundamentos y elementos del acomodo de muebles en habitaciones hemos notado un factor común en todas las fuentes que hemos consultado, los muebles nunca están totalmente pegados unos con los otros, ni cuando pareciera que no es necesario dejar espacio entre ellos (como por ejemplo entre dos lados laterales de un par de sillones o cuando la parte trasera de un mueble da a un muro). No encontramos ninguna regla explícita que indique que esto debe ser así. Sin embargo hemos visto que los expertos en diseños de interiores siempre dejan un espacio de al menos 10 centímetros entre dos muebles.

Con base en esta observación general de los espacios, en nuestro modelo, la distancia entre dos o más muebles debe ser al menos de 10 centímetros (con la excepción de sillas a los lados de las mesas de comedor y sillas en frente de escritorios).

Entonces si el diseño incluye muebles pegados entre sí, la tensión de proximidad de la habitación se incrementará.

3.2.2 Delimitación de las tensiones afectivas.

Decidimos representar estas siete reacciones afectivas porque creemos que son algunas de las más importantes a ser tomadas en cuenta en la composición de una habitación según el trabajo de los expertos en el diseño de interiores que hemos consultado.

No estamos diciendo que las siete reacciones emocionales que describimos estén completas. Estamos seguros que existen más factores afectivos que los profesionales toman en cuenta en el proceso de diseño de una habitación. Hemos definido estas siete reacciones emocionales para desarrollar nuestro programa de software y mostrar con sus resultados cuál sería su utilidad y cómo puede ser complementado.

3.2.3 Precisiones sobre los colores en este trabajo.

Fehrman & Fehrman (2004) dedican un capítulo entero de su trabajo a los mitos y hechos en torno a la preferencia y significado que los colores han tenido históricamente para las personas. En este capítulo analizan los que para ellos son los colores básicos:

- Los neutros: Negro, Blanco, Gris
- Rojo
- Naranja
- Amarillo
- Verde
- Azul
- Violeta

Gilliatt (2002) por su parte cataloga a los colores como:

- Colores Neutros: Blanco, Negro, Gris.
- Colores Cálidos o Progresivos: Rojo, Amarillo, Naranja
- Colores Fríos o Retrocedentes: Azul, Violeta, verde

Los colores básicos en ambos estudios son tres cálidos (Rojo, Naranja y Amarillo), tres fríos (Verde, Azul, Violeta) y tres neutros (Blanco, Gris y Negro).

Los colores básicos que serán ocupados en nuestro trabajo serán los mismo que ocuparon Fehrman & Fehrman y Mary Gilliatt. Para estos ocuparemos las siguientes siglas:

- ✓ Verde: VE
- ✓ Azul: AZ
- ✓ Violeta: VI
- ✓ Rojo: RO
- ✓ Naranja: NA
- ✓ Amarillo: AM
- ✓ Blanco: BL
- ✓ Gris: GR
- ✓ Negro: NE

Por otro lado, Fehrman & Fehrman encuentran particular importancia en los niveles de intensidad que puede tener un color. El nivel de intensidad parece ser un factor de mayor jerarquía que el color en sí en cuanto a las reacciones emocionales que puede provocar en las personas. Basados en los resultados de sus estudios afirman: “Con respecto a la excitación o emoción, la intensidad del color parece tener mayor importancia que el color mismo.” (Fehrman & Fehrman 2004, p. 81).

Lo que Fehrman & Fehrman (2004) dictaminan como “intensidad del color” está basado en el sistema NCS (Swedish Natural Color System) que define un color por su grado de blancura, grado de negrura y la pureza del color, de esta manera dicen “con base en únicamente en la pureza del color, es posible obtener un rojo apagado o un azul excitante.” (p. 81).

Gilliatt (2002) menciona que la saturación, la intensidad, la brillantez y la pureza de un color son sinónimos.

Por estas afirmaciones, decidimos que en nuestro trabajo los colores básicos podrán ser clasificados por su intensidad en tres niveles diferentes:

- Claro (con un alto grado de blancura)
- Regular (con un alto nivel de pureza de color)
- Oscuro (con un alto nivel de negrura)

Para los cuáles utilizaremos las siguientes siglas:

- ✓ Claros: CL
- ✓ Regulares: RE
- ✓ Oscuros: OS

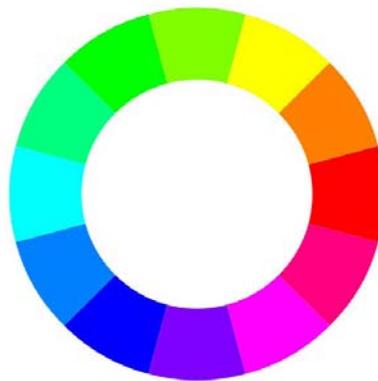


Fig. 3.2: El círculo cromático del sistema RGB

3.3 Implementación del Diseñador de Interiores E-R (DIER) en un programa de computadora.

La versión actual de la implementación de DIER fue construida utilizando como interfaz de diseño una aplicación libre de diseño de interiores llamada *Sweet Home 3D*. Esta aplicación tiene un área de trabajo de dos dimensiones y vistas previas de los diseños en tres dimensiones. *Sweet Home 3D* fue desarrollado por Emmanuel Puybaret (2009) bajo licencia pública general GNU.

A continuación describiremos la interfaz de diseño.

3.3.1 La interfaz de diseño.

La interfaz de diseño que es proporcionada por *Sweet Home 3D* tiene dos módulos:

1. Área de trabajo: En esta área el usuario puede generar diseños de interiores (figura 3.3, imagen a). Esta es un área de dos dimensiones en donde el usuario pueden colocar muros, puertas, ventanas y muebles para generar diseños de interiores (figura 3.3, imagen b). El área de trabajo funciona como un plano cardinal compuesto por los ejes X, Y. Los muebles y el resto de los elementos de diseño pueden ser arrastrados por el usuario a esta área de trabajo. La imagen c) de la figura 3.3 muestra el icono que identifica a un sillón.

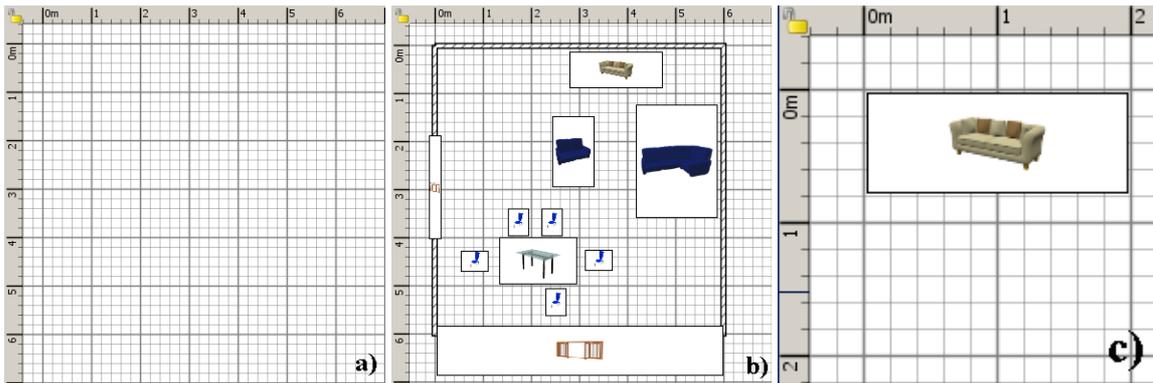


Fig. 3.3: El área de trabajo de la interfaz de diseño.

2. Área de vista en tres dimensiones: Es un área en donde se muestra una vista en tres dimensiones del diseño generado en el área de trabajo. Todo lo que el usuario arrastre al área de trabajo será visualizado en el área de vista de tres dimensiones inmediatamente. En el ejemplo de la figura 3.4 en la imagen a) se aprecia un acomodo de muebles dentro de un habitación de 4 paredes en el área de trabajo. En la imagen b) se puede apreciar la vista aérea en tres dimensiones del diseño generado en el área de trabajo de la imagen a). En la imagen c) se puede ver un ejemplo de la vista virtual dentro de la habitación del mismo diseño.

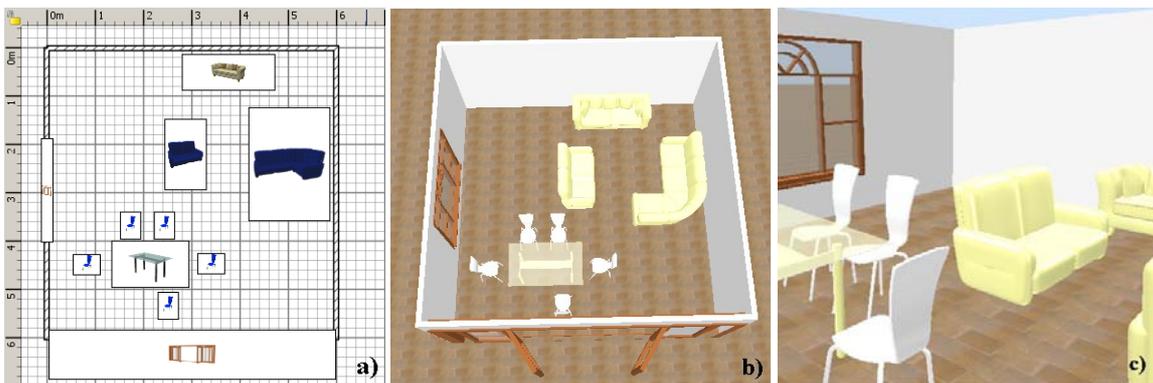


Fig. 3.4: Ejemplo del funcionamiento del área de vista en tres dimensiones. a) Vista en 2D. b) Vista en 3D. c) Vista virtual dentro de la habitación.

3.3.1.1 La habitación de experimentos.

Para la implementación de DIER definimos un área controlada. Definimos que en la presente versión del sistema, los diseños serán desarrollados en una habitación de 6 X 6 metros con cuatro muros (figura 3.5 imagen a). Colocamos una puerta de 6 metros de ancho en el muro sur y una ventana en el muro oeste. En esta versión del programa no son tomados en cuenta la posición y el tipo de ventanas ni puertas, por lo que decidimos poner estas de forma que estorbaran de forma mínima a lo muebles. El color de las paredes externas de la habitación es blanco y no podrá ser cambiado por el usuario (figura 3.5 imagen c).

La habitación está dividida en 9 áreas: Norte, Sur, Este, Oeste, Noroeste, Noreste, Suroeste, Sureste y Centro (figura 3.5 imagen b):

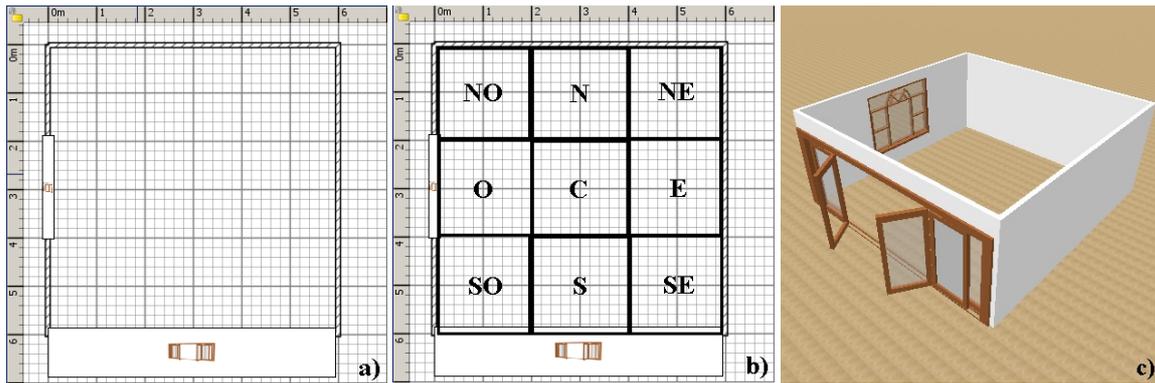


Fig. 3.5: La habitación controlada para la implementación de DIER. a) Vista en 2D. b) Las 9 áreas de la habitación. c) Vista en 3D.

Para mantener el control de los resultados de nuestro sistema decidimos que en esta versión de DIER dejamos estáticos el tamaño de la habitación, la forma y localización de puerta y ventana, el color exterior de las paredes, la textura y color del piso. Estas características no pueden ser modificadas.

3.3.1.2 El mobiliario.

La interfaz de diseño tiene un grupo de mobiliario bastante amplio. DIER tiene disponibles los siguientes muebles:

- ✓ 7 tipos de camas
- ✓ 9 tipos de sillones
- ✓ 7 tipos de mesitas de café (para salas)
- ✓ 6 tipos de escritorios (mesas de trabajo)
- ✓ 10 tipos de mesas de comedor
- ✓ 9 tipos de armarios y estanterías
- ✓ 19 tipos de sillas, butacas y bancos

El mobiliario completo de DIER está compuesto por 67 elementos distintos.

Los 67 muebles de los cuales dispone la interfaz de diseño de DIER están agrupados en 5 familias de muebles:

1. Familia de la Sala
2. Familia del Comedor
3. Familia del Estudio
4. Familia del Dormitorio
5. Familia de los Mixtos

En la tabla 3.1 se muestra en que familia cae cada tipo de mueble:

Grupo	Familia
Camas	Dormitorio (D)
Sillones	Sala (S)
Mesitas de café	Sala (S)
Escritorios	Estudio (E)
Mesas Grandes	Comedor (C)
Armarios	Mixtos (M)
Sillas, Bancos y Butacas	Mixtos (M)

Tabla 3.1: Catalogo de los muebles según su familia.

En esta versión de DIER existe una sola textura para el mobiliario y las paredes. No es posible cambiar o modificar esta textura.

3.3.1.3 El color en DIER.

La interfaz de diseño cuenta con un módulo para dar color a las muebles y a los muros interiores de la habitación.

En la versión actual de DIER es posible asignar un total de 64 colores distintos a los elementos que conforman el mobiliario y las paredes internas de la habitación.

Estos colores están compuestos por tonos claros (CL), regulares (RE) y oscuros (OS) de 7 colores básicos:

- ✓ Verde (VE)
- ✓ Azul (AZ)
- ✓ Violeta (VI)
- ✓ Rojo (RO)
- ✓ Naranja (NA)
- ✓ Amarillo (AM)
- ✓ Gris (GR)

Además de los colores Blanco (BL) y Negro (NE).

3.3.2 El Módulo de Observación.

El módulo de observación de DIER tiene la finalidad de obtener, procesar e interpretar la información obtenida de la ICP.

Este módulo es capaz de:

- ✓ Determinar el nombre, el color, la posición y la orientación de cada pieza de mobiliario dentro de la habitación.
- ✓ Determinar la familia de cada uno de los muebles (Dormitorio, Comedor, Sala, Estudio o Mixtos).
- ✓ Determinar si un mueble está siendo estorbado para ejercer su función.
- ✓ Agrupar los muebles basado en su proximidad, en su color y por su tipo de funcionamiento (como lo explicamos en el capítulo 2.5).
- ✓ Determinar el color y grado de intensidad de las paredes de la habitación.

Además, con base en estos datos, el módulo de observación es capaz de percibir información más compleja:

- ✓ El grado de saturación de la habitación.
- ✓ La forma en la que se encuentra distribuido el mobiliario.
- ✓ Color predominantes en la habitación y contrastes.

El objetivo final del módulo de observación de DIER es permitir al sistema reconocer características de diseño que disparen las reacciones afectivas descritas por las reglas DIC.

El módulo de observación puede grabar todos los datos característicos de un determinado acomodo en la habitación de estudio, filtrar los datos para quedarse solo con los necesarios, construir nueva información a partir de los datos básicos, aplicar las reglas DIC y determinar que reacciones afectivas han sido lanzadas con el arreglo actual del espacio.

En la figura 3.6 se muestra un diagrama del funcionamiento del módulo de observación y a continuación describimos su funcionamiento:

1. En un inicio el usuario genera un diseño en la interfaz de comunicación y presentación.
2. El diseño del usuario es grabado en la representación virtual de la habitación y los datos básicos son obtenidos.
3. El módulo de observación obtiene muchos datos, no todos son importantes para el proceso así por medio de un filtrado de datos se eliminan los que no son necesarios. Los datos elegidos son procesados y se genera nueva información.
4. Se genera una descripción del estado actual de la habitación útil para el programa llamada contexto (el concepto de contexto es explicado detalladamente más adelante en el punto 3.3.3).

5. Aplicando las reglas DIC se realiza un proceso para reconocer las tensiones afectivas que son disparadas en el contexto creado en el punto anterior.
6. Conociendo cuáles son las tensiones afectivas disparadas por el estado actual de la habitación se genera una descripción del estado actual de la habitación en términos de las tensiones afectivas que dispara. Esta descripción se llama *Contexto Afectivo* (el concepto de *Contexto Afectivo* es explicado detalladamente más adelante en el punto 3.3.4).

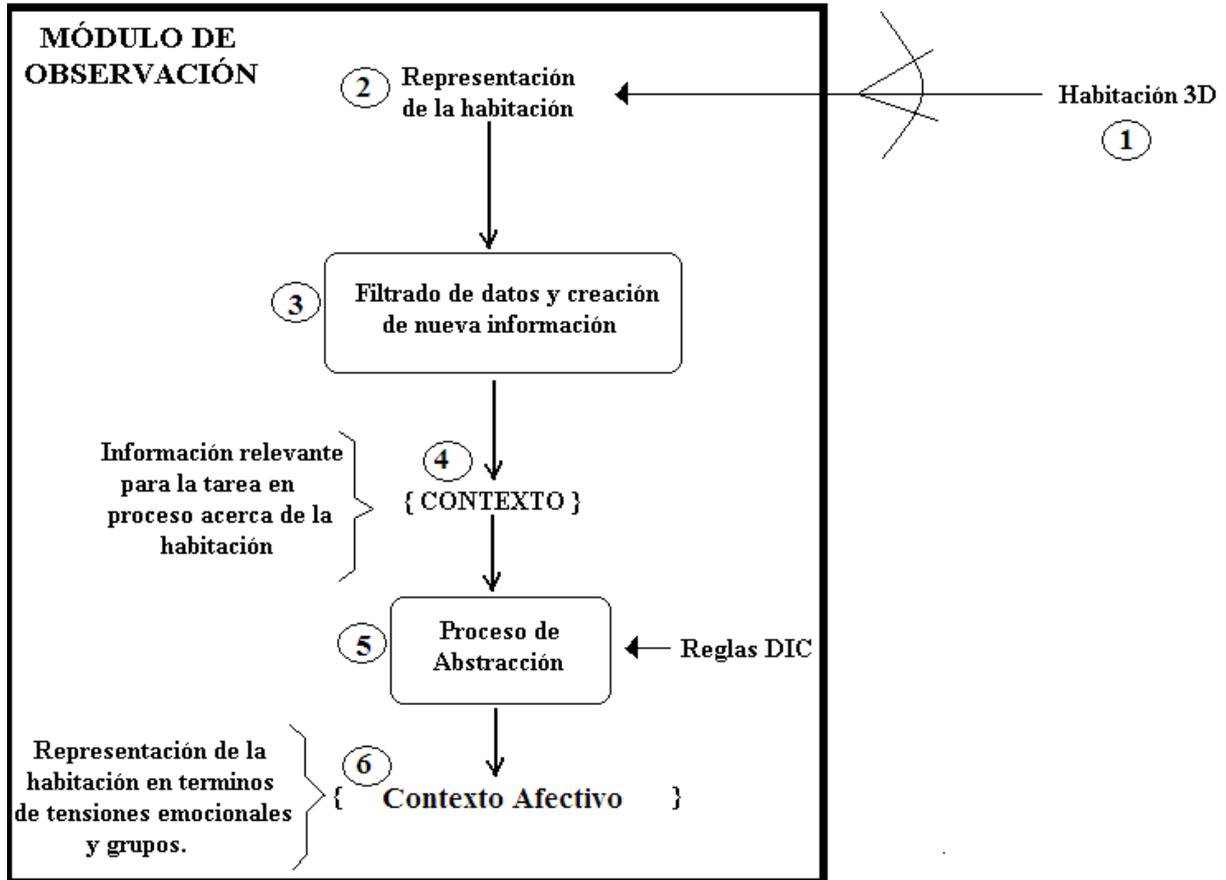


Fig. 3.6: Diagrama del Módulo de Observación de DIER.

A continuación describiremos el funcionamiento de cada parte del módulo de observación de DIER.

3.3.2.1 Representación de la habitación.

La representación del estado actual del diseño de la habitación se genera en base a datos específicos de los elementos que forman la composición.

Esta primera representación básica es compuesta por la información de cada una de las piezas del mobiliario.

De los muebles se obtiene la siguiente información:

- ✓ Nombre del mueble.
- ✓ Posición del mueble en la habitación (N, S, E, O, NO, NE, SO, SE o C).
- ✓ Orientación del mueble (hacia donde se orienta su frente: N, S, E, O, NO, NE, SO, SE o C).
- ✓ Altura del mueble.
- ✓ Ancho del mueble.
- ✓ Profundidad del mueble.
- ✓ Color del mueble (VE, AZ, VI, RO, NA, AM, BL, GR o NE).
- ✓ Grado de intensidad de color del mueble (OS, RE o CL).

De las paredes se obtiene la siguiente información:

- ✓ Color interior de las paredes (VE, AZ, VI, RO, NA, AM, BL, GR o NE).
- ✓ Grado de intensidad de color de las paredes (OS, RE o CL).

En las 3 imágenes de la figura 3.7 se muestra el ejemplo de un acomodo de 5 piezas de mobiliario.

En este ejemplo la representación inicial de la habitación obtenida es la siguiente:

Mueble 1	
Nombre:	Sillón
Posición:	SE
Orientación:	NO
Altura:	87
Ancho:	87
Profundidad:	92
Color:	VE
Intensidad de color:	RE
Mueble 2	
Nombre:	Sofá
Posición:	E
Orientación:	O
Altura:	87
Ancho:	147
Profundidad:	82
Color:	AZ
Intensidad de color:	CL
Mueble 3	
Nombre:	Cama 140x190
Posición:	NE
Orientación:	O
Altura:	70
Ancho:	158
Profundidad:	208
Color:	AZ
Intensidad de color:	CL
Mueble 4	
Nombre:	Escritorio 1
Posición:	NO
Orientación:	E
Altura:	86
Ancho:	117
Profundidad:	60
Color:	VE
Intensidad de color:	RE
Mueble 5	
Nombre:	Butaca 2
Posición:	NO
Orientación:	O
Altura:	94
Ancho:	59
Profundidad:	69
Color:	VE
Intensidad de color:	OS
MUROS	
Color:	BL
Intensidad de color:	CL

Tabla 3.2: Representación inicial obtenida del ejemplo.

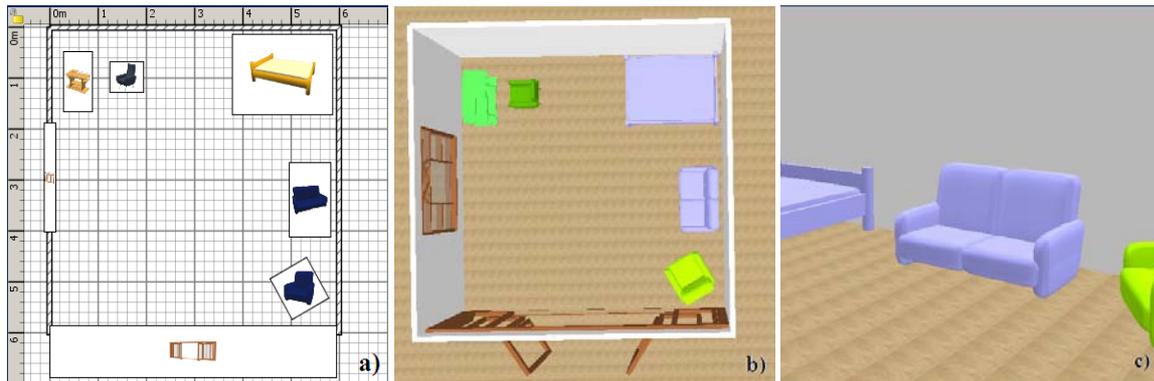


Fig. 3.7: Ejemplo de acomodo para la representación inicial de la habitación. a) Vista 2D. b) Vista 3D. c) Vista Virtual.

3.3.2.2 Filtrado de datos y creación de nueva información.

En esta parte del módulo de observación se procesan los datos de la representación inicial para generar información relevante de la habitación.

En el capítulo 2 de esta tesis propusimos que el diseño de un habitación puede ser experimentado desde tres perspectivas diferentes:

- ✓ Al nivel de la totalidad de la habitación (Nivel 1).
- ✓ Al nivel de grupos de elementos (Nivel 2).
- ✓ Al nivel de elementos individuales (Nivel 3).

Como hemos visto, por medio de la representación inicial de la habitación son obtenidos los datos de los elementos como partes individuales de la composición (Nivel 3). En esta parte del módulo de observación se obtendrá la información del diseño desde las perspectivas del nivel 2 y nivel 1.

Para la obtención de la información relativa a los niveles 2 y 1 es necesario el procesamiento de algunos de los datos básicos del mobiliario y de los muros.

Obtendremos la siguiente información para el nivel 2:

- ✓ Color más usado en el mobiliario.
- ✓ Grado de intensidad más usado en el mobiliario.
- ✓ Grupos de muebles por cercanía en la habitación.
- ✓ Grupos de muebles por color en la habitación.
- ✓ Grupos de muebles por familia.

Obtendremos la siguiente información para el nivel 1:

- ✓ Color más usado en toda la habitación.
- ✓ Grado de intensidad más usado en toda la habitación.
- ✓ Color contrastante al más usado en toda la habitación.
- ✓ Grado de intensidad contrastante al más usado en toda la habitación.
- ✓ Objetivos funcionales de la habitación.
- ✓ Grado de saturación de mobiliario de la habitación.
- ✓ Distribución del mobiliario en la habitación.

A continuación explicaremos de qué trata cada uno de estos datos y como se obtienen.

Color más usado en el mobiliario

Es el color predominantemente usado en los muebles de la habitación.

Para obtener esta información el módulo de observación de DIER calcula el área coloreada de cada mueble por medio de su altura, ancho y profundidad. El área calculada es asignada al color del mueble.

De esta forma el color que sea usado en un área mayor será el dominador en el mobiliario.

En la figura 3.8 se muestra un ejemplo del cálculo de este dato.

1. En la imagen a) el color más usado en los muebles es el Azul (AZ) (Por la cama, el sofá y las 4 sillas del comedor).
2. En la imagen b) la habitación es la misma a excepción del color de la cama en NE que ha cambiado a un color Verde, en este diseño el color más usado en los muebles es el Verde (VE) (Por la cama, el escritorio, la butaca y el sillón pequeño).
3. En la imagen c) el color de la cama en NE ha cambiado a Naranja (NA), en este diseño el color más usado en los muebles es el Azul (AZ) (Por el sofá y las 4 sillas que en área son mayores al escritorio, la butaca y el sillón pequeño).

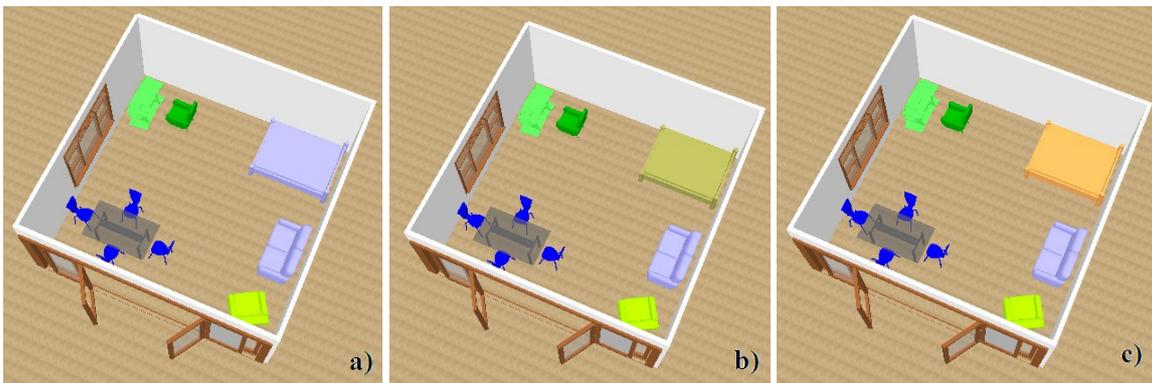


Fig. 3.8: Ejemplo del cálculo del color más usado en el mobiliario. a) Más azul. b) Más verde. c) Más azul

Intensidad de color más usada en el mobiliario:

Es la intensidad de color predominantemente ocupada en los muebles de la habitación.

Para obtener esta información el módulo de observación de DIER calcula el área coloreada de cada mueble por medio de su altura, ancho y profundidad.

De esta forma, el grado de intensidad de color usado en un área mayor será el dominante en el mobiliario.

En la figura 3.9 se muestra un ejemplo del cálculo de este dato.

1. En la imagen a) el grado de intensidad de color más usado en el diseño es claros (CL) (por la cama, el sofá, y el escritorio).
2. En la imagen b) la habitación es la misma a excepción del grado de intensidad de color de la cama en NE que ha cambiado a un Azul Regular (RE), en este diseño el grado de intensidad de color más usado en los muebles es el Regular (RE) (por la cama, la butaca y el sillón pequeño).
3. En la imagen c) el grado de intensidad de color de la cama en NE ha cambiado a Oscuro (OS), en este diseño el grado de intensidad de color más usado en los muebles es el Oscuro (OS) (por la cama, las 4 sillas y la mesa del comedor).

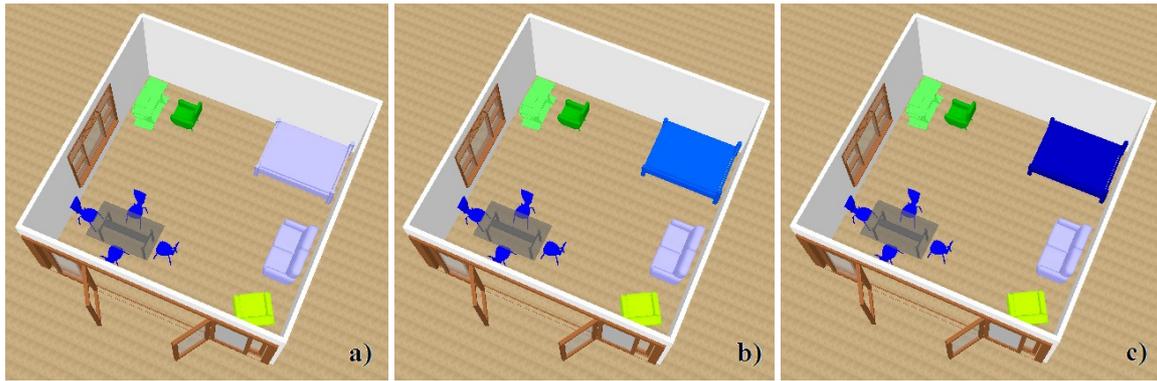


Fig. 3.9: Ejemplo del cálculo de la intensidad de color más usada en el mobiliario. a) Claros. b) Regulares. c) Oscuros

Grupos por cercanía en la habitación:

El módulo de observación de DIER agrupa los muebles en módulos por cercanía.

Aquellos muebles que se encuentran cercanos (en el mismo módulo) son agrupados. La aplicación calcula las distancias de los muebles por medio de los datos de su ubicación, su ancho y su profundidad y coloca en el mismo grupo aquellos que están a menos de 50 cm de distancia.

En la figura 3.9 se muestra el modo en el que el módulo de observación de DIER agrupa los muebles por su cercanía. En la imagen a) se muestran las distancias mayores a 50 cm. en la habitación (las distancias interiores en los módulos de muebles son menores a 50 cm.). En las imágenes b) y c) se muestran los grupos creados.

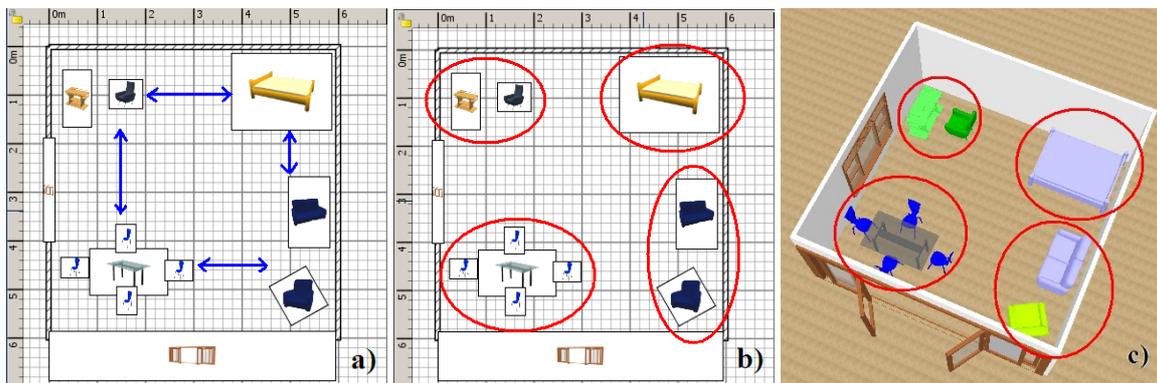


Fig. 3.9: Ejemplo de la agrupación de muebles por su cercanía.

El ejemplo de la figura en la parte de arriba arroja la siguiente información:

- Grupo1: Sillón, Sofá.
- Grupo2: Cama 140x190.
- Grupo3: Mesa de Cristal, Silla 6, Silla 6, Silla 6, Silla 6.
- Grupo4: Escritorio para Ordenador en Esquina, Butaca 2.

Grupos por color en la habitación:

El módulo de observación de DIER agrupa los muebles por su color.

Aquellos muebles que tienen el mismo color (VE, AZ, VI, RO, NA, AM, BL, GR ó NE) son agrupados.

En la figura 3.10 se muestra el modo en el que el módulo de observación de DIER agrupa los muebles por su color. En la imagen a) se marcan con un punto los muebles que forman parte del grupo de Azul (AZ). En la imagen b) se marcan con un punto los muebles que forman parte del grupo Verde (VE). En la imagen c) se marca con un punto el único mueble que forma parte del grupo Gris (GR).

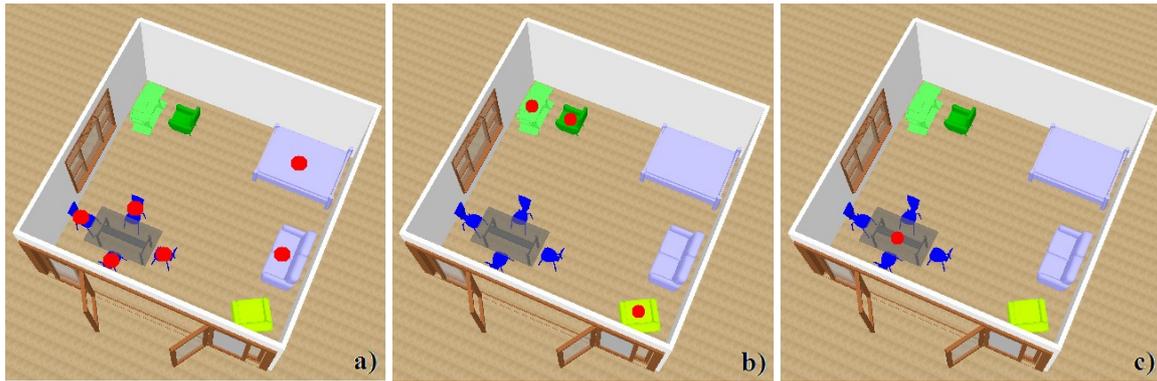


Fig. 3.10: Ejemplo de la agrupación de muebles por su color. a) Muebles azules. b) Muebles verdes. c) Muebles Grises.

El ejemplo de la figura en la parte de arriba arroja la siguiente información:

VE: Sillón, Escritorio para Ordenador en Esquina, Butaca -2-.
 AZ: Sofá, Cama 140x190, Silla -6-, Silla -6-, Silla -6-, Silla -6-.
 GR: Mesa de Cristal.

Grupos familiares en la habitación:

En la versión actual de DIER el mobiliario es catalogado según su familia en 5 categorías:

1. Sala
2. Comedor
3. Estudio
4. Dormitorio
5. Mixtos

En la tabla 3.3 se muestra en que familia cae cada tipo de mueble:

Grupo	Familia
Camas	Dormitorio (D)
Sillones	Sala (S)
Mesitas de café	Sala (S)
Escritorios	Estudio (E)
Mesas Grandes	Comedor (C)
Armarios	Mixtos (M)
Sillas, Bancos y Butacas	Mixtos (M)

Tabla 3.3: Catalogo de los muebles según su familia.

Existen muebles que están diseñados para funcionar de una manera muy específica, entonces pertenecen a una familia determinada, como el caso de la cama que sirve para dormir y los escritorios que sirven sólo para trabajar.

Las sillas, los bancos, las butacas y los armarios son considerados mixtos ya que dependiendo del uso que se les asigne o el lugar en dónde se encuentren pueden pertenecer a una familia o a otra.

Si un mueble mixto se encuentra en el mismo grupo por cercanía (módulo) de muebles con familia explícita, el mueble mixto adoptara la familia del grupo en el que se encuentra.

En la figura 3.11 se ejemplifica el modo de agrupación por familia funcional. En la imagen a) de muestra la clasificación inicial en donde las cuatro sillas alrededor de la mesa y la butaca en frente del escritorio son vistas como muebles Mixtos (M). En la figura b) se muestra la clasificación después de que los muebles Mixtos (M)

adoptaron la clasificación del grupo en el que se encuentran (las sillas de comedor y la butaca de estudio). En la imagen c) se muestra la clasificación final de grupos.

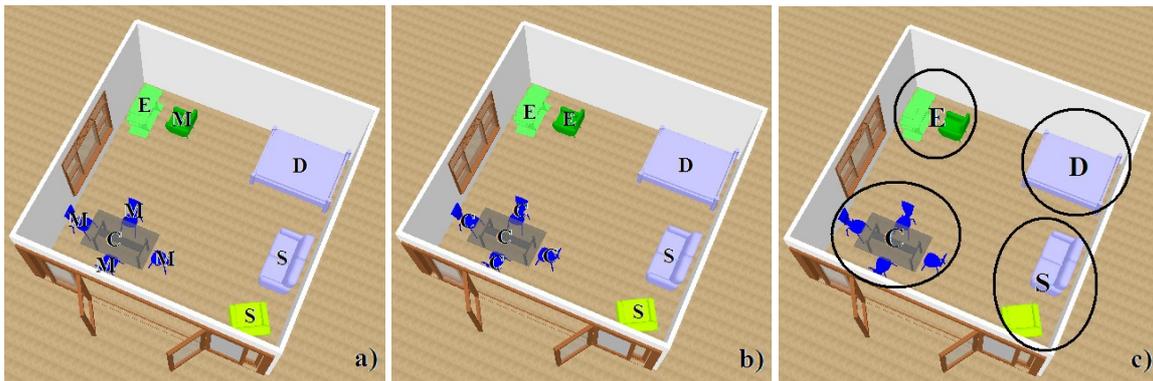


Fig. 3.11: Ejemplo de la agrupación de muebles por familia funcional.

El ejemplo de la figura en la parte de arriba arroja la siguiente información:

D: Cama 140x190.

S: Sillón, Sofá.

C: Mesa de Cristal, Silla -6-, Silla -6-, Silla -6-, Silla -6-.

E: Escritorio para Ordenador en Esquina, Butaca -2-.

Color más usado en toda la habitación:

Es el color predominantemente usado en toda la habitación.

Para el cálculo de este dato se toman en cuenta los muebles y los muros.

En la figura 3.12 se muestran tres ejemplos de colores más usados en la habitación. En la imagen a) se muestra una habitación predominantemente Azul (AZ). En la imagen b) se muestra la misma habitación pero con los muros de color Verde, esto hace que sea predominantemente Verde (VE). En la imagen c) se muestra la habitación predominantemente Gris (GR).

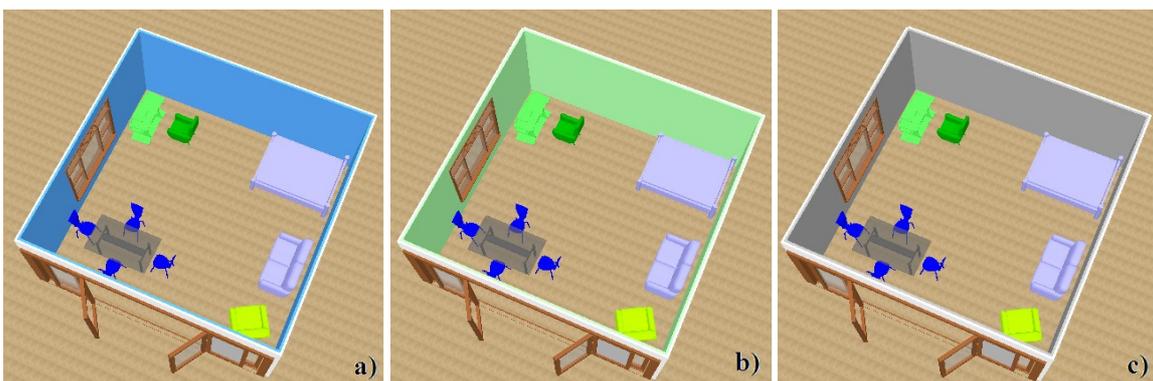


Fig. 3.12: Ejemplo del cálculo del color más usado en toda la habitación. a) Predominantemente azul. b) Predominantemente verde. c) Predominantemente gris.

Grado de intensidad de color más usado en toda la habitación:

Es la intensidad de color predominante en la habitación. Se calcula obteniendo el área total en la que ha sido empleada cada una de las 3 intensidades de color posibles y determinando cuál de las tres es más usada en la zona visible del cuarto.

Para este dato se toman en cuenta los colores de los muebles y de los muros.

En la figura 3.13 se muestran tres ejemplos de habitaciones. En la imagen a) se muestra una habitación con colores predominantemente Claros (CL). En la imagen b) se muestra una habitación con colores predominantemente Regulares (RE). En la imagen c) se muestra una habitación con colores predominantemente Oscuros (OS).

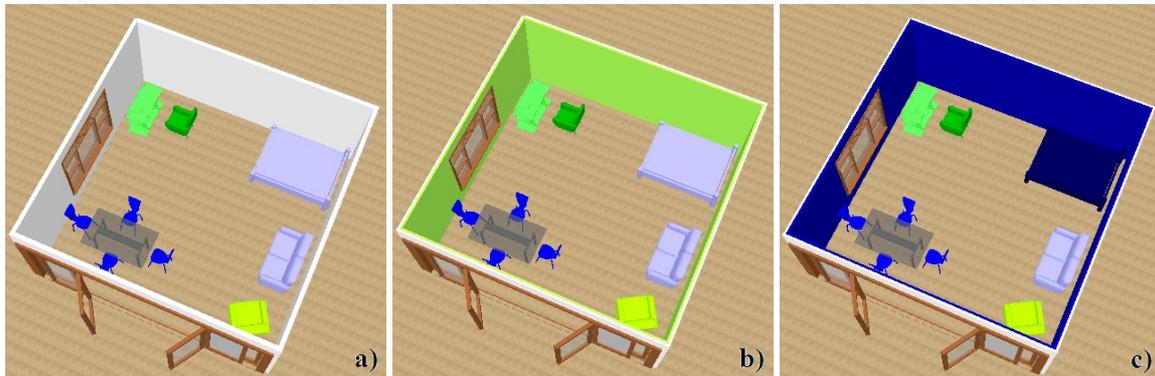


Fig. 3.13: Ejemplos de habitaciones con intensidades de colores distintas. a) Predominantemente clara. b) Predominantemente regular. c) Predominantemente oscura.

Color contrastante más usado en toda la habitación.

Es el color usado en la habitación que se encuentre al menos dos colores alejado en el círculo cromático del color más usado en la habitación.

Por ejemplo, en una habitación se usan los colores Naranja, Amarillo y Azul. El Naranja es el más usado de la habitación. En este caso, el color contrastante al más usado en la habitación será el Azul (AZ)(El Amarillo está más cerca al naranja que el Azul). Este ejemplo se puede observar en la figura 3.14 imagen a).

Por otro lado, en una habitación se usan los colores Verde, Amarillo y Naranja. El color más usado en la habitación es el amarillo. En este caso no existiría un color contrastante al más usado en la habitación ya que el Verde y el Naranja son adyacentes al Amarillo en el círculo cromático. Este ejemplo se puede ver en la figura 3.14 imagen b).

Los colores neutros son considerados medianamente contrastantes al resto de los colores. Si en la habitación hay colores Negros, Grises o Blancos no se consideran adyacentes a ningún otro color. Por esto pueden jugar como colores contrastantes de cualquiera de los otros colores. Un ejemplo de esto se aprecia en la figura 3.14 imagen c).

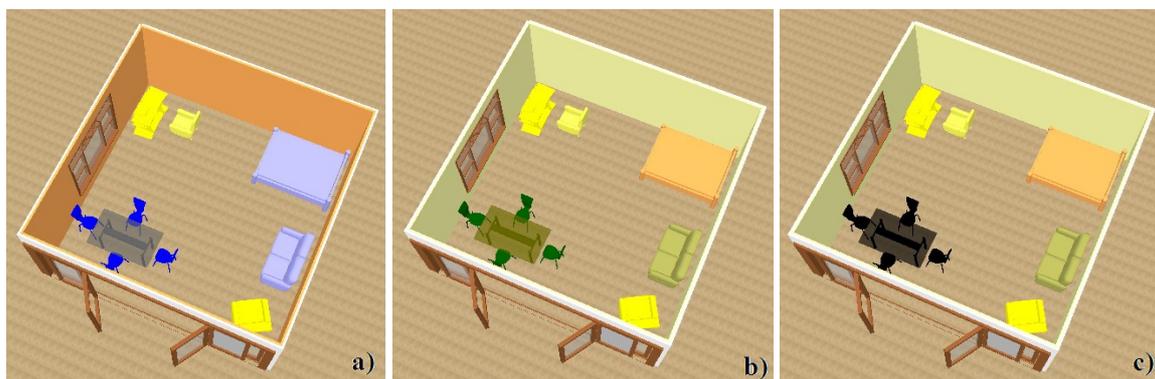


Fig. 3.14: Ejemplos de colores contrastantes en la habitación. a) Colores contrastantes. b) Colores adyacentes. c) Color neutro.

Grado de intensidad de color contrastante más usado en la habitación.

Es la intensidad de color que contrasta con la más usada en la habitación. El módulo de observación de DIER considera que los colores Oscuros (OS) no son contrastantes con los colores Regulares (RE). Por otra parte los

colores Oscuros (OS) con los Claros (CL) sí lo son. También son contrastantes los colores Regulares (RE) con los colores Claros (CL).

De esta forma, solo hay dos posibilidades de contraste al nivel de las intensidades de color:

1. Oscuros contra Claros
2. Regulares contra Claros

En la figura 3.15 se aprecian ejemplos de grados de intensidad de color contrastantes. En la imagen a) se aprecia que el grado de intensidad más usado es el Oscuro (OS), pero en la habitación hay muebles con colores claros. En la imagen b) se aprecia que el grado de intensidad de color más usado es el Claro (CL), pero en la habitación hay muebles con colores Oscuros (OS) y Regulares (RE). En la imagen c) se aprecia que el grado de intensidad de color más usado es el Claro (CL), pero en la habitación hay colores Oscuros (OS) y Regulares (RE) que son altamente contrastantes.



Fig. 3.15: Ejemplos de habitaciones con grados de intensidad de color contrastantes.

Objetivos funcionales de la habitación.

La habitación virtual en la que se desarrollan los diseños de DIER puede tener diferentes objetivos funcionales.

Estos objetivos funcionales estarán determinados por el tipo de mobiliario colocado en la habitación.

Los objetivos funcionales son 4:

1. Descansar
2. Trabajar
3. Convivir
4. Comer

En un diseño es posible que se cumplan uno o varios de estos objetivos funcionales.

1. Si existen muebles de Dormitorio, el objetivo de Descansar estará presente.
2. Si existen muebles de Estudio, el objetivo de Trabajar estará presente.
3. Si existen muebles de Sala, el objetivo de Convivir estará presente.
4. Si existen muebles de Comedor, el objetivo de Comer estará presente.

En la figura 3.16 se muestran 3 ejemplos de habitaciones. En la imagen a) se muestra una habitación cuyos objetivos funcionales sólo son el de comer y convivir. En la imagen b) se muestra una habitación cuyos objetivos funcionales son el comer, convivir y trabajar. En la imagen c) se muestra una habitación cuyos objetivos funcionales son el comer, convivir, trabajar y descansar.

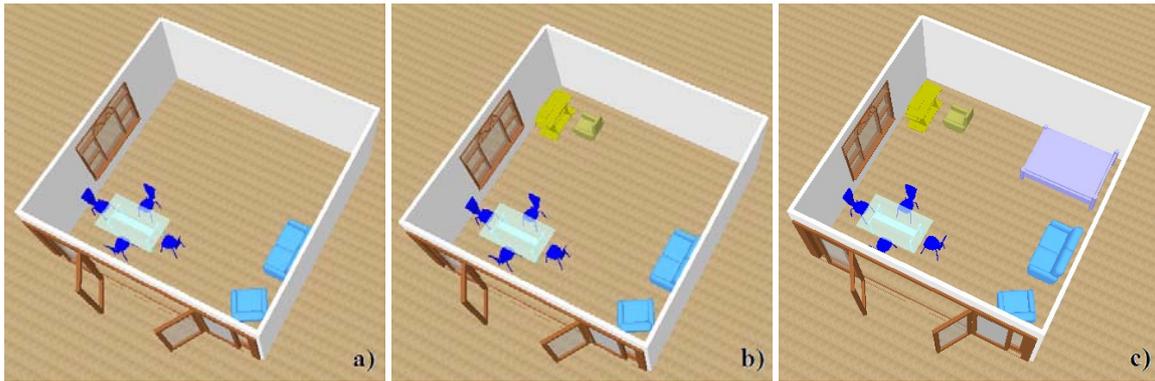


Fig. 3.16: Ejemplo del cálculo de los objetivos funcionales de la habitación. a) Comer y convivir. b) Comer, convivir y trabajar. c) Comer, convivir, trabajar y dormir.

Distribución del mobiliario en la habitación.

Es la forma en la que están distribuidos los muebles en la habitación.

Para calcular la forma de la distribución del mobiliario el sistema hace una analogía. El piso de la habitación funciona como un plano que se encuentra equilibrado en un solo punto de apoyo colocado justamente en el centro de él. Cuando la habitación esta vacía el plano se encuentra en equilibrio porque ninguna fuerza es ejercida en ningún punto extremo.

El módulo de observación de DIER determina la forma en la que están distribuidos los muebles mediante puntos de presión en el espacio.

Los puntos de presión son 8 y se localizan en la periferia de la habitación: 4 en las esquinas y 4 en los lados del espacio (figura 3.17, Imagen a). Cada punto de presión tiene frente a él a su punto de presión complementario (figura 3.17, Imagen b). Si al menos una parte de un mueble cae dentro de un punto de presión, éste se activa y da peso a esa zona del espacio, esto hace que el espacio se desequilibre (figura 3.17, Imagen c).

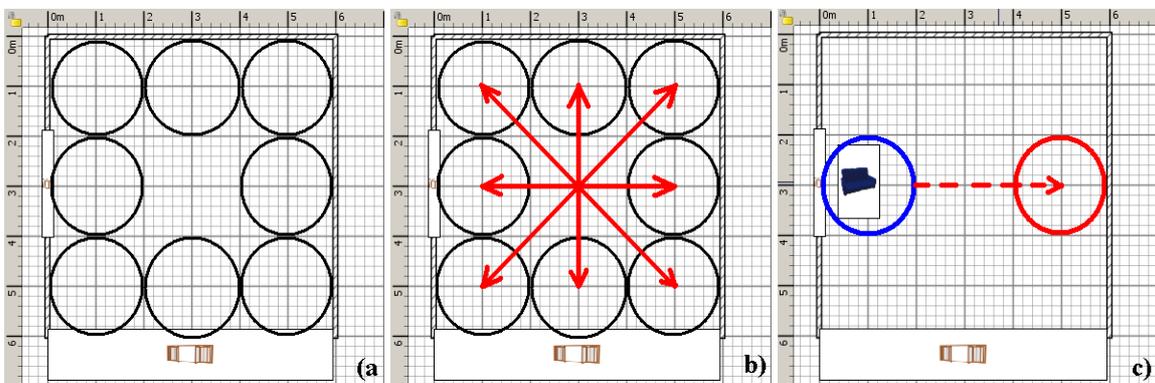


Fig. 3.17: Puntos de presión de la habitación virtual, puntos complementarios de presión y ejemplo de cómo se produce un desequilibrio en el espacio.

La única forma de volver a equilibrar el espacio es colocando algún mueble en el punto complementario de presión (figura 3.18, imagen a).

En cuanto a la magnitud del peso en los puntos de presión solo hay dos posibilidades: Activo ó No activo. Esto significa que no importa la cantidad de mobiliario que se encuentre afectando un punto de presión dado, para que el espacio se equilibre sólo falta que al menos una parte de un mueble active su punto de presión complementario.

En la figura 3.18, imágenes b y c se aprecia que el punto de presión de la esquina NO en donde intervienen cuatro piezas de mobiliario se complementa con el punto de presión de la esquina SE en donde sólo interviene un mueble.

Dependiendo del acomodo de muebles en la habitación puede darse el caso de que dos o más puntos de presión queden desequilibrados. En la figura 3.18, imágenes b y c se aprecia que hay tres puntos de presión que no lograron ser complementados. Los muebles colocados en N, NE y E y los respectivos puntos de presión que generan no tienen complementos respectivos en S, SO y O. La habitación tiene tres puntos por los cuales considerarse con una distribución desequilibrada.

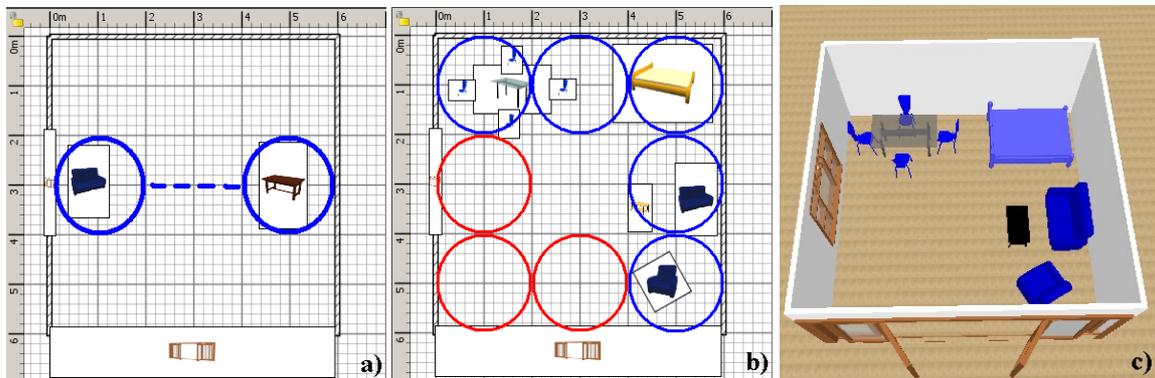


Fig. 3.18: Ejemplo de equilibrio y ejemplo de desequilibrio en la distribución de mobiliario en la habitación.

Por lo tanto:

- ✓ Un punto de presión se activa si al menos una parte de un mueble está colocada en él.
- ✓ Si un punto de presión se activa, su punto de presión complementario debe también estar activo.
 - En caso de que ambos puntos de presión estén activos, la habitación sigue manteniendo su nivel de equilibrio.
 - En caso de que alguno de los dos no éste activo la habitación tendrá una zona de desequilibrio.

Mientras menos zonas de desequilibrio tenga un diseño estará mejor distribuido.

El tipo de distribución se determina mediante la tabla 3.4:

Zonas de Desequilibrio	Tipo de distribución
0	Equilibrada (E)
1	Regular (R)
2	Regular (R)
3	Desequilibrada (D)
4	Desequilibrada (D)

Tabla 3.4: Tipos de distribuciones de muebles en la habitación.

Grado de saturación de mobiliario en la habitación.

Es el porcentaje del área de la habitación ocupada por piezas de mobiliario.

Este dato se determina según lo muestra la tabla siguiente.

Porcentaje de espacio ocupado	Valor del grado de saturación.
0 a 10 %	Vacío (VA)
10 a 20 %	Semi Vacío (SV)
20 a 35 %	Equilibrado (EQ)
35 a 45 %	Semi Saturado (SS)
45 a 100 %	Saturado (SA)

Tabla 3.5: Grados de saturación de la habitación.

En la figura 3.19 se pueden apreciar 3 ejemplos de habitaciones Vacía (VA), Equilibrada (EQ) y Saturada (SA). En la imagen a) está una habitación con el 7% de área ocupada por mobiliario. En la imagen b) está una

habitación con el 28 % de área ocupada por mobiliario. En la imagen c) está una habitación con el 49% de área ocupada por mobiliario.



Fig. 3.19: Ejemplos de grados de saturación de mobiliario en la habitación. a) Vacía. b) Equilibrada. c) Saturada.

3.3.3 Construcción del Contexto.

Describiremos como se construye un contexto. Llamamos contexto a la descripción estructurada del estado actual del diseño en su paso evolutivo. Construimos un contexto con toda la información que hasta ahora el módulo de observación de DIER ha logrado obtener del espacio.

El contexto se divide en tres niveles, estos tres niveles representan las tres formas que tiene un individuo de percibir una habitación descritas en el capítulo 2.6 y retomadas en el punto 3.3.2.2.

En la tabla 3.6 se detalla la estructura de un contexto, las variables que lo forman y los posibles valores que puede tomar cada una de las variables:

NIVEL 1 (Información general acerca de la habitación)	
Información	Posibilidades de respuesta
Color más usado en la habitación	VE, AZ, VI, RO, NA, AM, NE, GR, BL
Intensidad de color más usada en la habitación	OS, RE, CL
Color contrastante al más usado en la habitación	VE, AZ, VI, RO, NA, AM, NE, GR, BL
Intensidad de color contrastante a la más usada en la habitación	OS, RE, CL
Objetivos funcionales de la habitación	DES CON TRA COM
Distribución del mobiliario en la habitación	E, R, D
Grado de saturación de mobiliario en la habitación	VA, SV, EQ, SS, SA
NIVEL 2 (Información acerca de los grupos)	
Información	Posibilidades de respuesta
Color de los muros	VE, AZ, VI, RO, NA, AM, NE, GR, BL
Intensidad de color de los muros	OS, RE, CL
Color más usado en los muebles	VE, AZ, VI, RO, NA, AM, NE, GR, BL
Intensidad de color más usada en los muebles	OS, RE, CL
Descripción de los grupos por cercanía en la habitación	Mueble1, Mueble2, Mueble3 . . .
Descripción de los grupos por color en la habitación	Mueble1, Mueble2, Mueble3 . . .
Descripción de los grupos familiares en la habitación	Mueble1, Mueble2, Mueble3 . . .
NIVEL 3 (Información detallada del mobiliario)	
(Por cada pieza de mobiliario)	
Información	Posibilidades de respuesta
Nombre	Sofá Claro, Mesa de café, etc . . .
Color	VE, AZ, VI, RO, NA, AM, NE, GR, BL
Intensidad de color	OS, RE, CL
Posición	S, SO, O, NO, N, NE, E, SE
Orientación	S, SO, O, NO, N, NE, E, SE
Grado de funcionalidad	0, .25, .50, .75, 1

Muebles pegado a otro mueble	SI, NO
------------------------------	--------

Tabla 3.6: El contexto.

3.3.4 El proceso de abstracción.

Una vez creado el contexto, el paso siguiente es descubrir cuáles son las reacciones afectivas disparadas por este diseño si una persona entra a la habitación.

El objetivo del proceso de abstracción es crear una representación de la habitación en términos de tensiones afectivas. Esta nueva representación de la habitación es conocida como *Contexto Afectivo*.

Esto se logra empleando la información obtenida a través del módulo de observación y las reglas DIC.

Basados en las reglas DIC descritas en el capítulo 3.2 de este trabajo, hemos definido 7 representaciones para las tensiones afectivas. Estas tensiones están representadas mediante 7 variables.

En la tabla 3.7 se describen las variables que representan estas 7 tensiones, los mnemónicos que les asociamos y los posibles valores que pueden tener.

Nombre de la tensión	Mnemónico	Valores posibles
Armonía de color	Tac	0, +1, +2
Contraste de color (Monotonía vs Contraste Excesivo)	Tcc	-2, -1, 0, +1, +2
Impresión de color	Tic	0, +1, +2
Valor funcional	Tvf	0, +1, +2
Distribución	Tdi	0, +1, +2
Proximidad	Tpr	0, +1, +2
Densidad (Vacío vs saturación)	Tde	-2, -1, 0, +1, +2

Tabla 3.7: Las 7 tensiones en DIER.

A continuación describiremos los procesos con los cuales el módulo de observación realiza la abstracción de la información ya obtenida y almacenada en el contexto para calcular la magnitud de cada una de las 7 tensiones afectivas mencionadas en la tabla 3.7:

1. Tensión de Armonía del color:

Como lo indica la regla DIC de Armonía del Color (Tac), los colores armónicos son aquellos que se encuentran adyacentes en el círculo cromático. La armonía del color en un espacio está determinada por la cercanía de los colores usados en el círculo cromático.

Para calcular la tensión de armonía del color de la habitación el sistema revisa las distancias que hay entre todos los colores ocupados.

Si todos ellos son contiguos en el círculo cromático (que la distancia de todos contra todos sea de 0 espacios) entonces la magnitud de esta tensión será 0.

En caso de que al menos dos colores de la habitación se encuentren a una distancia de un espacio en el círculo cromático, la magnitud de la tensión será +1.

En caso de que al menos dos colores de la habitación se encuentren a una distancia de dos espacios en el círculo cromático, la magnitud de la tensión será de +2.

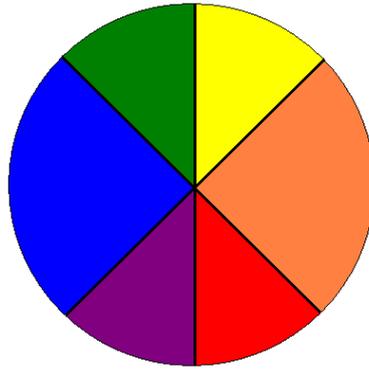


Fig. 3.20: Circulo de colores de DIER.

En el módulo de observación de DIER se considera que entre los colores neutros (negro, gris y blanco) hay un espacio de distancia. También se considera que existe un espacio de distancia entre cualquier color neutro y cualquier color del círculo cromático. Por esto, cualquier diseño que involucre colores neutros tendrá una tensión de armonía del color de al menos +1.

Para obtener las distancias de los colores usados en la habitación, el sistema toma los colores de los grupos por color y el color de los muros, ambos datos descritos en el segundo nivel del contexto.

En la figura 3.21 se aprecian tres ejemplos de habitaciones con 0, +1 y +2 de Tac.

En la imagen a) se ve un diseño compuesto por elementos de colores Verdes (VE) y Azules (AZ), estos dos colores son adyacentes. El valor de Tac es igual a 0.

En la imagen b) se puede ver un diseño compuesto por colores Verdes (VE), Azules (AZ) y se ha agregado un tono Violeta (VI). El color Verde y el Violeta están a un espacio de distancia en el círculo cromático de DIER. El valor de Tac es igual a +1.

En la imagen c) se puede ver un diseño compuesto por colores Verdes (VE), Azules (AZ) y se ha agregado un tono Rojo (RO). El color Verde y el Rojo están a dos espacios de distancia en el círculo cromático de DIER. El valor de Tac es igual a +2.

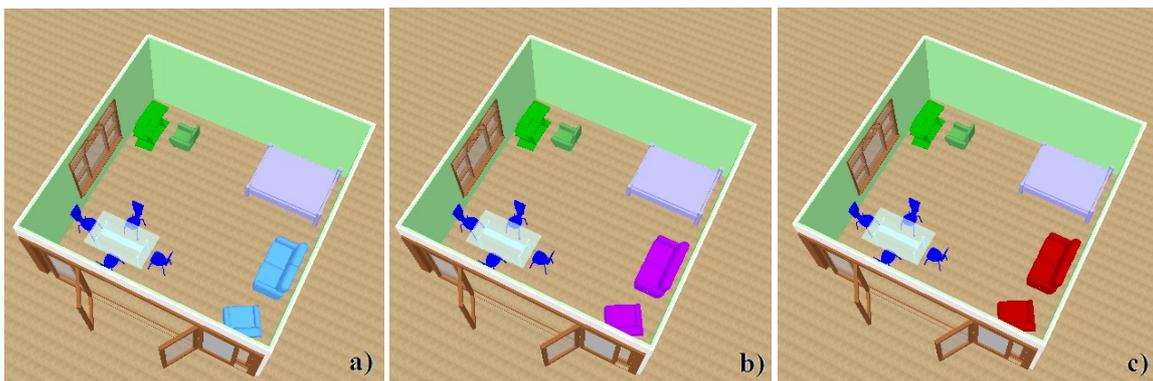


Fig. 3.21: Ejemplos de habitaciones con Tac de 0, +1 y +2.

2. Tensión de Contraste de color:

En la regla DIC del contraste del color en la habitación indicamos que se debe buscar equilibrio en el nivel de contraste, ni muy alto (combinación contraste excesivo) ni muy bajo (combinación monótona).

Para determinar el nivel de contraste se toman en cuenta cuatro factores:

- ✓ El color de los muros.

- ✓ La intensidad del color de los muros.
- ✓ El color más usado en el mobiliario.
- ✓ La intensidad de color más usada en el mobiliario.

El valor de la tensión de contraste de color (Tcc) está determinado según la siguiente tabla:

Intensidad de color de muros	Intensidad de color de muebles	Color muebles vs Color muros	Tcc
Claros	Claros	Iguales	-2
Claros	Claros	Diferentes	-1
Claros	Oscuros o Regulares	Iguales	0
Claros	Oscuros o Regulares	Diferentes	0
Oscuros o Regulares	Claros	Iguales	+1
Oscuros o Regulares	Oscuros o Regulares	Iguales s	+1
Oscuros o Regulares	Claros	Diferentes	+2
Oscuros o Regulares	Oscuros o Regulares	Diferentes	+2

Tabla 3.8: Determinación del Tcc.

En la figura 3.22 se pueden ver tres ejemplos:

En la imagen a) se aprecia una habitación cuyos muros son Verdes Claros y el color más usado en los muebles es el Verde Claro. Esta habitación tiene una Tcc de -2. Es monótona.

En la imagen b) se aprecia una habitación cuyos muros son Amarillos Claros y el color más usado en los muebles es el Naranja Regular. Esta habitación tiene una Tcc de 0. Es considerada bien balanceada.

En la imagen c) se aprecia una habitación cuyos muros son Rojos Oscuros y el color más usado en los muebles es el Violeta Regular. Esta habitación tiene una Tcc de +2. Tiene contrastes extremos.



Fig. 3.22: Ejemplos de Tcc en -2, 0, y +2.

3. Tensión de la impresión del color:

La impresión de color se obtiene conociendo cuál es la intensidad de color predominantemente usada en la habitación. Esta información es reportada en el nivel 1 del contexto.

La tensión de la impresión de color (Tic) es determinada de la siguiente forma:

Si en la habitación predominan los colores Claros la Tic tendrá un valor de 0.

Si en la habitación predominan los colores Regulares la Tic tendrá un valor de +1.

Si en la habitación predominan los colores Oscuros la Tic tendrá un valor de +2.

En la figura 3.23 se muestran 3 ejemplos. En la imagen a) se muestra una habitación con la Tic en 0. En la imagen b) se muestra una habitación con la Tic en +1. En la imagen c) se muestra una habitación con la Tic en +2.

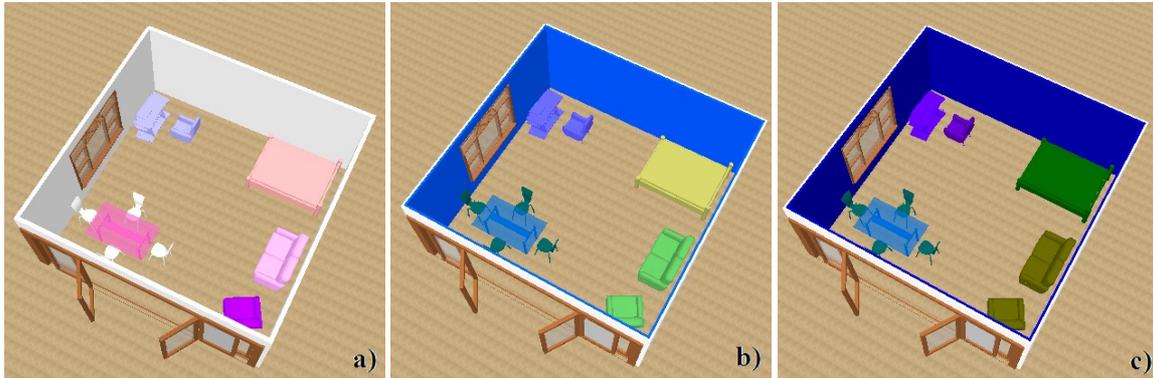


Fig. 3.23: Ejemplos de Tic en 0, +1 y +2.

4. Tensión por Valor funcional:

En el módulo de observación de DIER el valor funcional de la habitación es determinado por los muebles que están colocados de manera que pueden ser ocupados para su función sin que algún objeto les estorbe para ello.

El módulo de observación de DIER obtiene el porcentaje de funcionalidad de la habitación sumando la funcionalidad de todos los muebles y dividiendo esta cifra entre el número de muebles que hay en la habitación.

La magnitud de la Tensión por Valor (Tvf) funcional de la habitación es calculada como se indica en la tabla 3.9:

% de Funcionalidad en la habitación	Tensión por Valor funcional
100% a 75%	0
75% a 50%	+1
50% a 0%	+2

Tabla 3.9: Determinación de la Tensión por Valor funcional.

En la figura 3.24 imagen a) se aprecia una habitación en cuyo diseño se ve afectada parte de la funcionalidad de la cama ya que las personas no pueden subirse por el lado derecho de ella por su cercanía al muro norte. Esta habitación tiene una funcionalidad del 97%. Su Tvf es 0.

En la figura 3.24 imagen b) se aprecia una habitación en cuyo diseño se ve afectada por completo la funcionalidad de la cama ya que está bloqueada al norte por el muro, al oeste por la butaca y al sur por el sofá. A su vez la funcionalidad del sofá y del sillón es nula ya que ambos se bloquean así mismos. Esta habitación tiene una funcionalidad del 70%. Su Tvf es 1.

En la figura 3.24 imagen b) se aprecia una habitación en cuyo diseño se ve afectada por completo la funcionalidad de la cama ya que está bloqueada al norte por el muro, al oeste por la butaca y al sur por el sofá. A su vez la funcionalidad del sofá y del sillón es nula ya que ambos se bloquean así mismos. Además la butaca está bloqueada por una silla y el escritorio está de frente al muro oeste. Esta habitación tiene una funcionalidad del 40%. Su Tvf es 2.

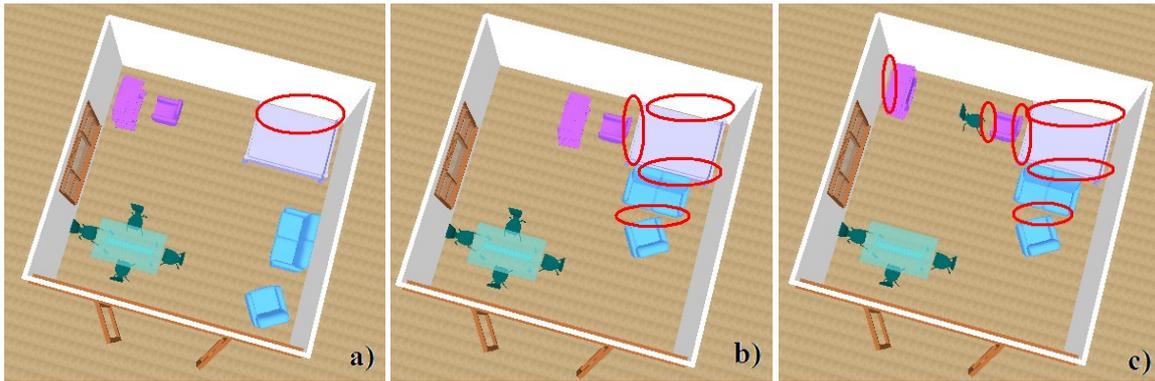


Fig. 3.24: Ejemplos de habitaciones con diferentes Tv_f.

5. Tensión por Distribución:

La tensión por Distribución (T_{di}) depende del tipo de distribución que hay en la habitación, la información del tipo de distribución está registrada en el nivel 1 del contexto.

La tensión por Distribución se determina como lo indica la tabla 3.10:

Tipo de distribución	Tensión por Distribución
Equilibrada (E)	0
Regular (R)	+1
Desequilibrada (D)	+2

Tabla 3.10: Determinación de la Tensión por Distribución.

En la figura 3.25 imagen a) se puede apreciar una habitación Equilibrada (con todos sus puntos de tensión equilibrados). Esta habitación tiene una T_{di} de 0.

En la figura 3.25 imagen b) se puede apreciar una habitación Regular (con dos puntos de tensión en desequilibrio). Esta habitación tiene una T_{di} de +1.

En la figura 3.25 imagen c) se puede apreciar una habitación Desequilibrada (con tres puntos de tensión en desequilibrio). Esta habitación tiene una T_{di} de +2.

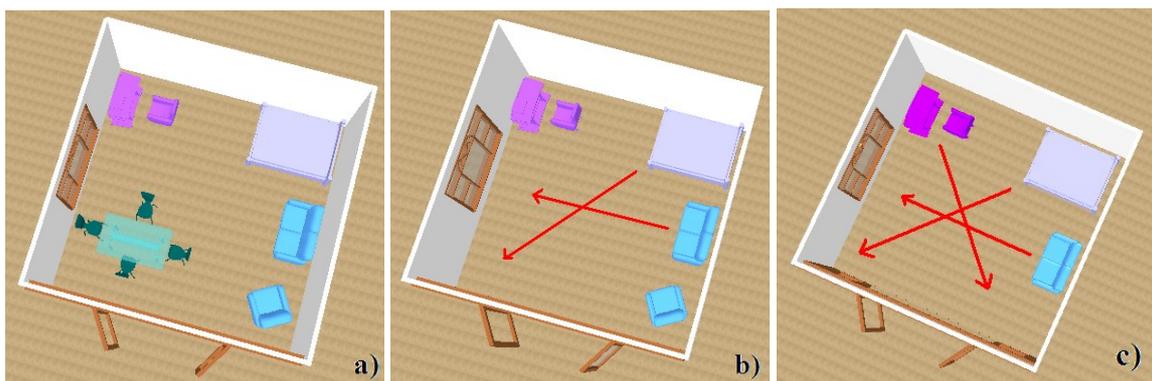


Fig. 3.25: Tres ejemplos de habitaciones con diferentes T_{di}.

6. Tensión por Proximidad:

La tensión por proximidad está determinada por el número de muebles que están “pegados” con otro mueble o con un muro en la habitación.

El porcentaje de muebles muy próximos de la habitación es obtenido por el módulo de observación de DIER contando los muebles pegados a otro mueble o a un muro y dividiendo esta cifra entre el número total de muebles en la habitación.

Con el conocimiento de este porcentaje, la tensión por proximidad (Tpr) se calcula como lo indica la tabla 3.11:

% demuebles pegados en la habitación	Ténsión por proximidad
0% a 25%	0
25% a 50%	+1
50% a 100%	+2

Tabla 3.11: Determinación de la Tensión por Proximidad.

En la figura 3.26 imagen a) se aprecia una habitación en la cual todos los muebles guardan una distancia de al menos 10 cm con otros muebles y con los muros. Esta habitación tiene una Tpr de 0.

En la figura 3.26 imagen b) se aprecia una habitación en la cual la cama en NE está pegada al muro Norte y al muro Este. El Sofá y el Sillón están muy cercanos el uno al otro. Esta habitación tiene un porcentaje de 30% de muebles pegados en la habitación, tiene una Tpr de +1.

En la figura 3.26 imagen c) se aprecia una habitación en la cual la cama en NE está pegada al muro Norte y al muro Este. El Sofá y el Sillón están muy cercanos el uno al otro. Dos de las sillas del comedor están pegadas a los muros al igual que el escritorio. Esta habitación tiene un porcentaje de 60% de muebles pegados en la habitación, tiene una Tpr de +2.

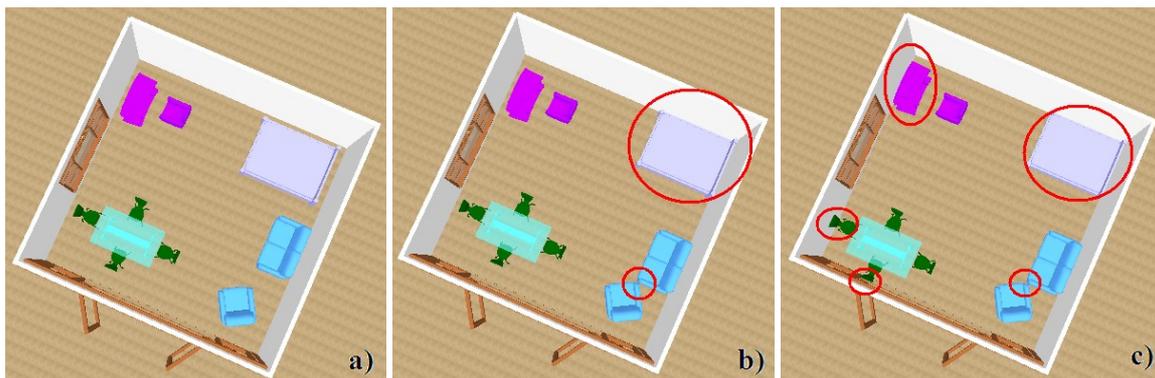


Fig. 3.26: Ejemplos de habitaciones con diferente Tpr.

7. Tensión por Densidad:

La tensión por densidad (Tde) está determinada por el grado de ocupación de muebles en la habitación.

En la tabla 3.12 se describe la determinación de la magnitud de la tensión por densidad en base al grado de saturación de la habitación:

Grado de Saturación	Ténsión por Densidad
Vacío (VA)	-2
Semi Vacío (SV)	-1
Equilibrado (E)	0
Semi Saturado (SS)	+1
Saturado (S)	+2

Tabla 3.12: Determinación de la magnitud de la Tensión por Densidad.

En la figura 3.27 se pueden apreciar 3 ejemplos de habitaciones con diferentes Tde.

En la imagen a) está una habitación Vacía (VA). Esta habitación tiene una Tde de -2.

En la imagen b) está una habitación Equilibrada (E). Esta habitación tiene una Tde de 0.

En la imagen c) está una habitación Saturada (S). Esta habitación tiene una Tde de +2.

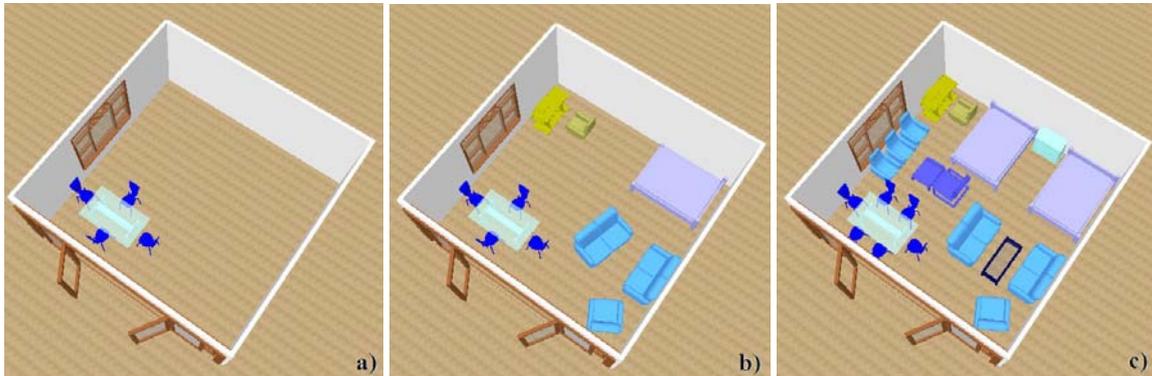


Fig. 3.27: Habitaciones con diferentes Tde.

3.3.5 Representación gráfica de las tensiones afectivas.

Para visualizar el comportamiento de las tensiones afectivas hemos desarrollado una representación gráfica de aquellas tensiones que son generadas por un determinado arreglo de muebles. A continuación mostramos ejemplos de las representaciones gráficas de las tensiones afectivas para algunas composiciones.

En las imágenes a) de cada ejemplo se muestra el área de trabajo 2D. En las imágenes b) de cada ejemplo se muestra la vista 3D. En las imágenes c) de cada ejemplo se muestra la representación gráfica de las tensiones afectivas disparadas por el acomodo.

Ejemplo 1	
Tac:	+1
Tcc:	-1
Tic:	0
Tvf:	+1
Tdi:	+1
Tpr:	0
Tde:	-2

Tabla 3.13: Ejemplo 1 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.

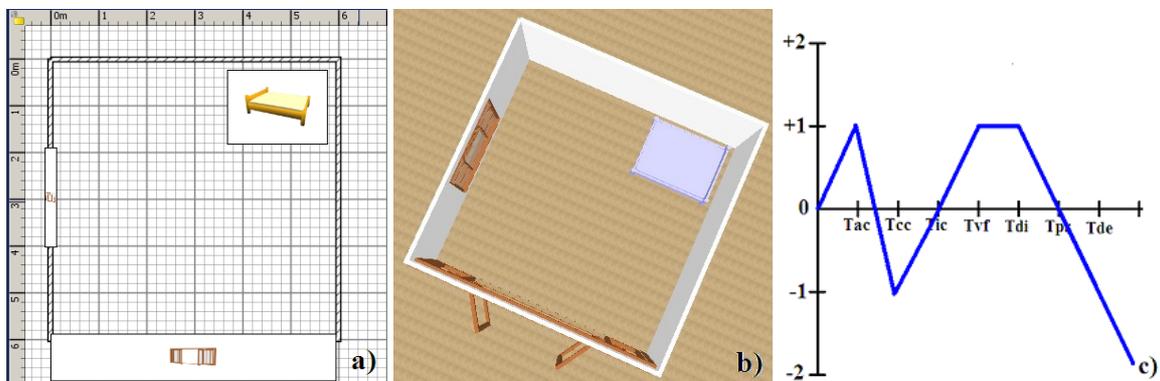


Fig. 3.28: Ejemplo 1 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.

Ejemplo 2

Tac:	+1
Tcc:	0
Tic:	0
Tvf:	0
Tdi:	+2
Tpr:	0
Tde:	-1

Tabla 3.14: Ejemplo 2 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.

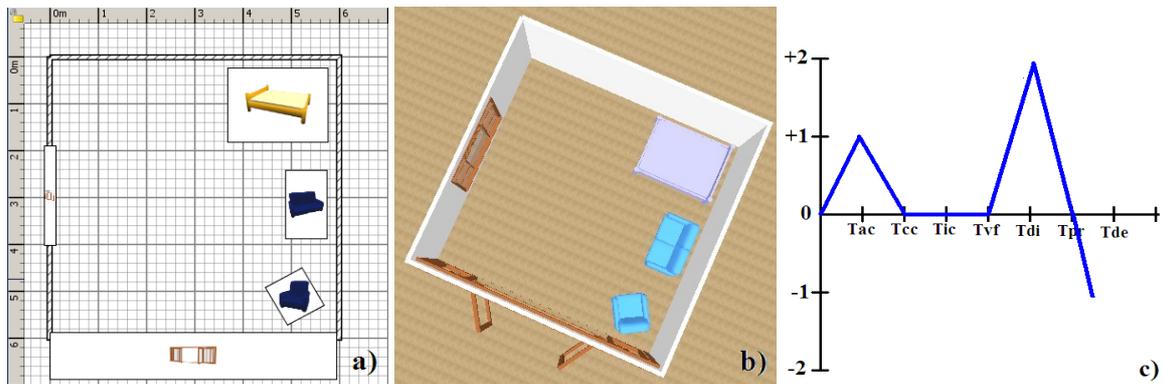


Fig. 3.29: Ejemplo 2 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.

Ejemplo 3	
Tac:	+1
Tcc:	0
Tic:	0
Tvf:	0
Tdi:	0
Tpr:	0
Tde:	0

Tabla 3.15: Ejemplo 3 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.

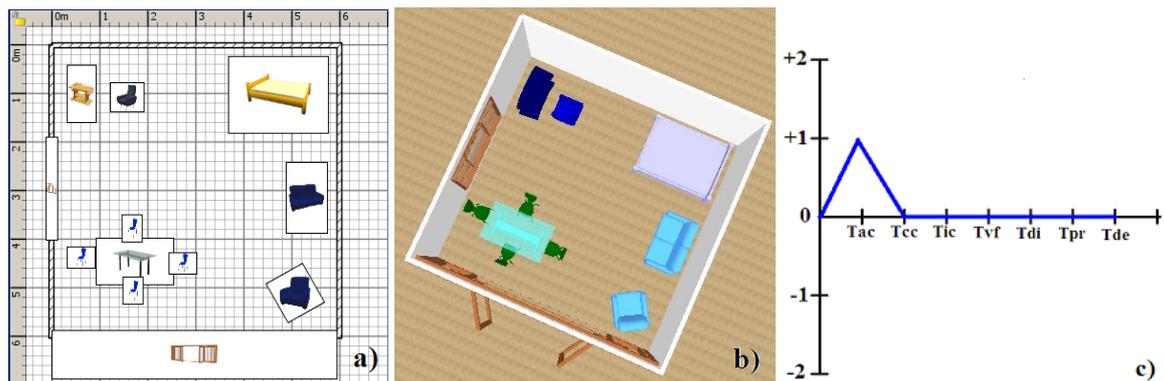


Fig. 3.30: Ejemplo 3 de la representación gráfica de las tensiones afectivas.

3.3.6 Los tipos de acciones en DIER.

En DIER existen tres tipos de acciones en el proceso del diseño de un arreglo de muebles y colores en la habitación virtual de estudio:

- ✓ Acciones Básicas
- ✓ Macro Acciones

- ✓ Las Acciones Generalizadas

A continuación explicamos los dos primeros tipos de acciones enlistadas. Las acciones generalizadas serán explicadas más adelante en el paso 3 del capítulo 3.5.1 que describe la creación de estructuras del conocimiento.

Acciones Básicas.

Cada mueble tiene varios atributos asociados a él: su identificador, su nombre, su color, su posición, su orientación, su intensidad de color. Las acciones básicas modifican estos atributos.

El usuario puede realizar cualquiera de las siguientes acciones básicas:

- ✓ Colocar un mueble nuevo dentro de la habitación
- ✓ Eliminar uno de los muebles de la habitación
- ✓ Cambiar alguna característica de un mueble en la habitación:
 - Cambiar su color
 - Cambiar su posición
 - Cambiar su orientación

Ejemplos de Acciones Básicas:

- ✓ Coloca la Silla en el centro. (figura 3.31, imagen b)
- ✓ Cambia el color de la Mesa a Verde Claro. (figura 3.31, imagen c)

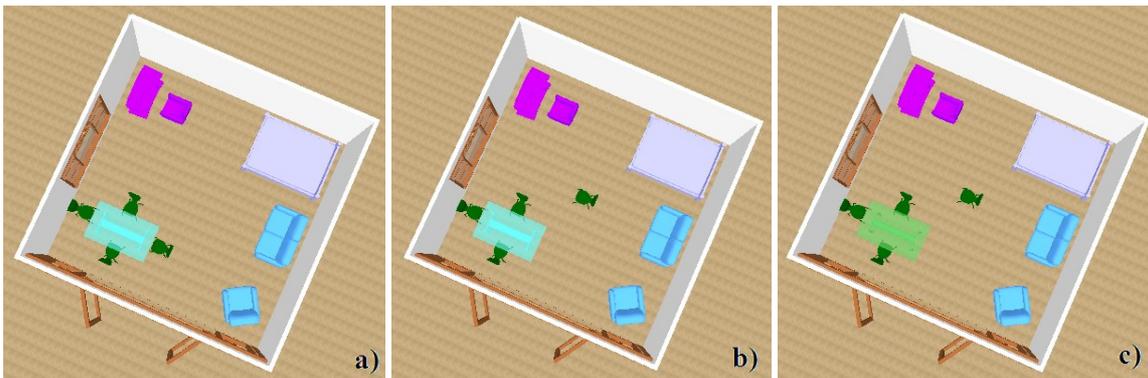


Fig. 3.31: Ejemplos de Acciones Básicas.

Macro Acciones.

Las Macro Acciones son compuestas por una o varias acciones básicas. Las Macro Acciones permiten manipular grupos de muebles.

Para simplificar el término, a partir de este momento, en este trabajo nos referiremos a las Macro Acciones simplemente como Acciones.

Ejemplos de Acciones:

- ✓ Colocar el grupo de comedor en el Centro. (figura 3.32, imagen b)
- ✓ Cambiar el color del grupo de estudio a Azules Oscuros. (figura 3.32, imagen c)

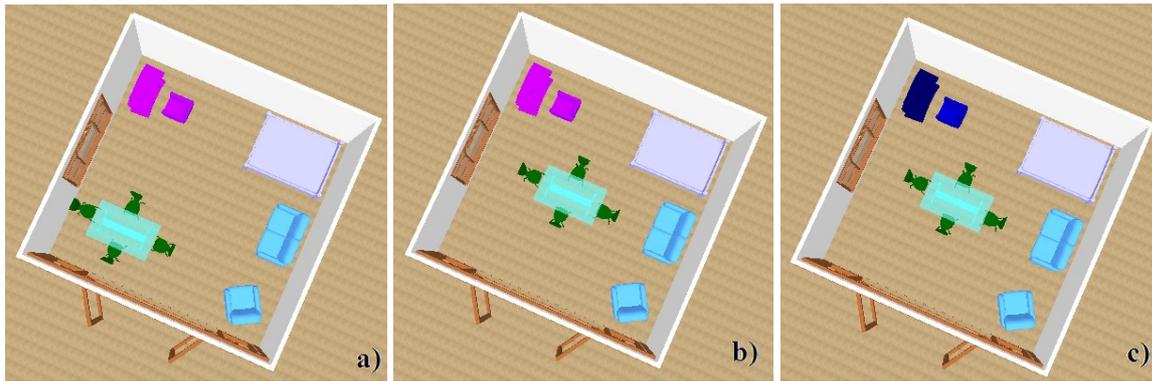


Fig. 3.32: Ejemplos de Acciones.

El usuario le puede indicar al sistema cuáles acciones básicas componen una *Acción*. Cuando el usuario genera una *Acción* en el diseño actual el sistema actualiza el contexto y genera un nuevo *Contexto Afectivo*.

Al paso en el cuál el usuario le indica al sistema que desea generar una *Acción* se le llama “Creación de Acción”. El usuario debe disparar el proceso de creación de acción para que un grupo de acciones básicas sean grabadas en la memoria del sistema como una *Acción*.

La creación de una *Acción* tiene las siguientes consecuencias:

- ✓ La actualización del contexto.
- ✓ La creación del *Contexto Afectivo*.

Ambas estructuras son guardadas en la memoria del sistema.

Para entender esto de mejor forma describimos un ejemplo:

1. El usuario inicia un diseño en la habitación de estudio vacía (figura 3.33, imagen 1).
2. El usuario genera 5 acciones básicas para colocar un comedor en NE:
 - a. Coloca una mesa de comedor (figura 3.33, imagen 2).
 - b. Coloca una silla (figura 3.33, imagen 3).
 - c. Coloca una silla (figura 3.33, imagen 4).
 - d. Coloca una silla (figura 3.33, imagen 5).
 - e. Coloca una silla (figura 3.33, imagen 6).
3. El usuario dispara la creación de Acción.

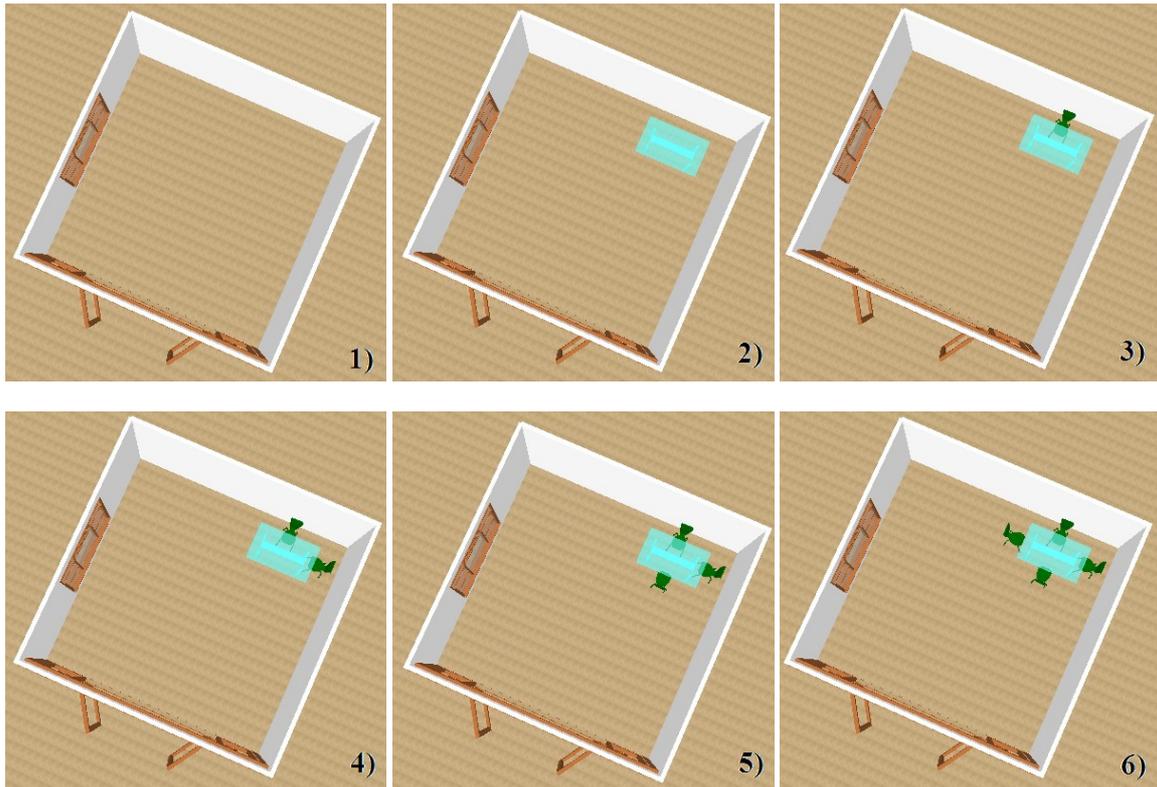
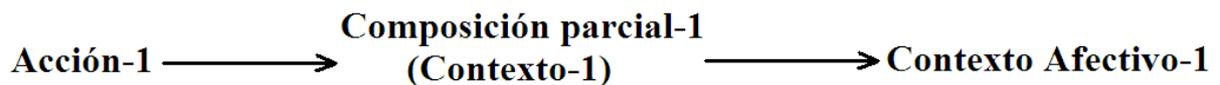


Fig. 3.33: Acciones básicas que componen la Acción creada.

Como consecuencia de la activación del proceso de observación suceden tres cosas:

1. El sistema concentra las 5 acciones básicas realizadas por el usuario en una sola *Acción* a la que nosotros simplemente llamamos *Acción-1*.
2. El contexto es actualizado, el contenido del contexto en este punto es conocido como *Contexto-1* y es guardado en la memoria del sistema.
3. El *Contexto Afectivo* es actualizado, el contenido del *Contexto Afectivo* es conocido como *Contexto Afectivo-1* y es guardado en la memoria.



En DIER, una composición es el resultado de una secuencia de acciones realizadas por el diseñador.

En DIER, una composición es vista como un proceso que consiste en la ejecución secuencial de acciones que generan varios diseños parciales. Con cada diseño parcial también son generados sus correspondientes contexto y *Contexto Afectivo*. Esta secuencia de generación de diseños parciales continua hasta que el diseño final es encontrado o hasta que el proceso es abandonado.

3.4 Descripción del funcionamiento del programa DIER.

El objetivo principal de DIER es la generación de Diseños de Interiores Computacionales. Sin embargo, como se mostrará en el capítulo 3.6 es indispensable que se tenga una base de estructuras de conocimiento almacenadas en la memoria para que el proceso de generación de diseños pueda ser ejecutado por el sistema.

Por lo tanto, antes de que el sistema sea capaz de generar Diseños de Interiores Computacionales, el usuario debe crear estructuras del conocimiento ingresando diseños en la interfaz de diseño de DIER y creando Acciones (como fue descrito en el capítulo 3.3.6) para llenar la memoria del sistema. Las estructuras del conocimiento almacenadas en la memoria del sistema servirán como experiencia para que el sistema tenga material creativo para generar diseños.

Por lo tanto, el funcionamiento completo del sistema DIER se divide en dos procesos principales:

1. La creación de estructuras del conocimiento y su almacenamiento en la memoria del sistema.
2. La generación de Diseños de Interiores Computacionales.

En la figura 3.34 se encuentra un diagrama de bloques del proceso de creación de estructuras del conocimiento y su almacenamiento en la memoria del sistema (Los pasos mostrados en este diagrama serán descritos en el capítulo 3.5)

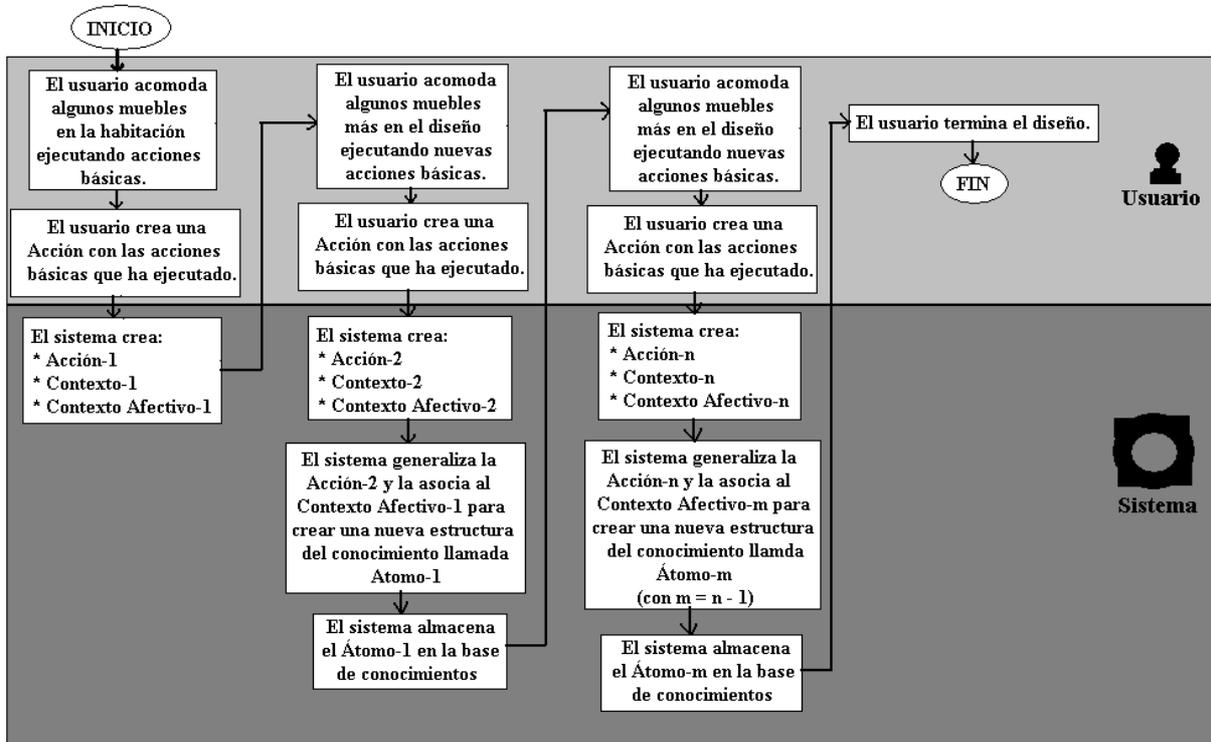


Fig. 3.34: Diagrama del proceso de creación de estructuras del conocimiento y su almacenamiento en memoria del sistema.

En la figura 3.35 se encuentra un diagrama de bloques del proceso de generación de Diseños de Interiores Computacionales (Los pasos mostrados en este diagrama serán descritos en el capítulo 3.6)

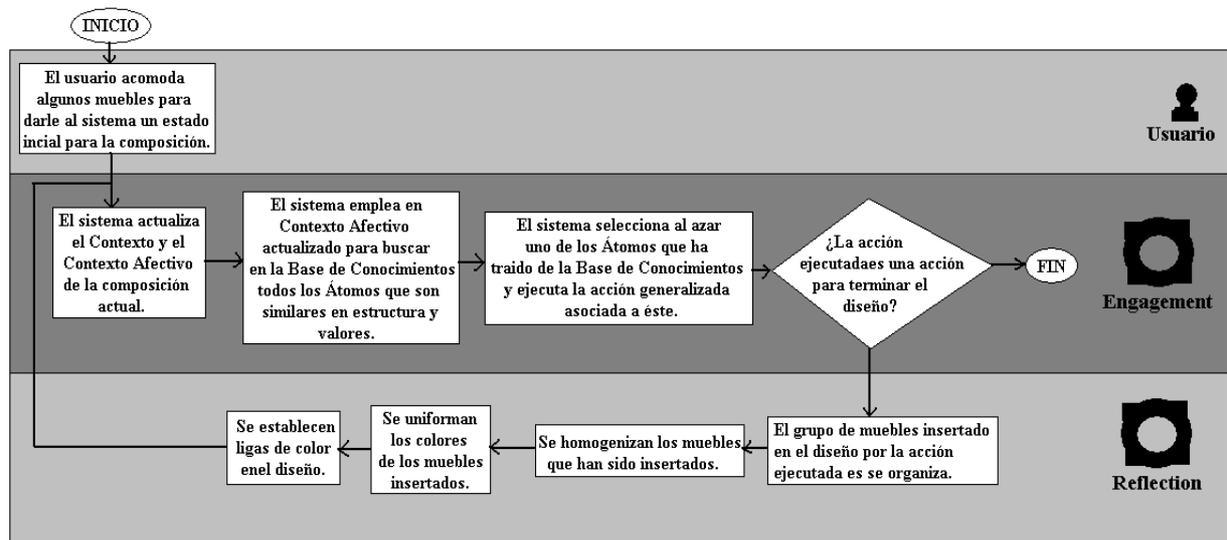


Fig. 3.35: Diagrama del proceso de generación de Diseños de Interiores Computacionales.

3.5 Creación de las estructuras del conocimiento.

Como lo señalamos el punto 3.3.4, después del proceso de abstracción, el módulo de observación de DIER está listo para crear un *Contexto Afectivo*.

El *Contexto Afectivo* es una representación de la habitación en términos de tensiones afectivas. El *Contexto Afectivo* es la estructura del conocimiento que DIER utilizará para la generación de diseños.

En el punto 3.2 de este trabajo describimos la interfaz diseño que el usuario emplea para generar arreglos de muebles y colores en la habitación virtual de estudio.

El sistema guarda cada uno de los pasos del proceso de diseño que sigue el usuario al crear una composición y usa esta información para crear su base de conocimientos. De esta forma, el sistema es capaz de construir sus estructuras del conocimiento por medio de la experiencia y conocimiento humano.

Las estructuras del conocimiento almacenadas en la memoria del sistema, creadas por el usuario al ingresar varios diseños en la habitación virtual de estudio son conocidos como Base de Conocimientos.

Esta Base de Conocimientos será utilizada por el sistema para obtener estructuras que le sirvan de ideas en proceso del diseño.

3.5.1 El proceso de creación de las estructuras del conocimiento.

A continuación describiremos la forma en la que son construidas las estructuras del conocimiento. El procedimiento tiene 5 pasos:

1.- El usuario inicia en una habitación vacía. Él ejecuta algunas acciones básicas y dispara el proceso de creación de acción. En ese momento es creada una nueva *Acción*, el contexto y el *Contexto Afectivo* son actualizados. Por lo tanto, son creados la *Acción-1*, el Contexto-1 y el *Contexto Afectivo-1*. Para ejemplificar este paso, pensemos que la *Acción-1* consiste en colocar un sofá, un sillón y una mesita de café en NO. Además, como parte de la *Acción-1* también se pintan los muros de la habitación de Amarillo Claro (figura 3.36, imágenes a y b).

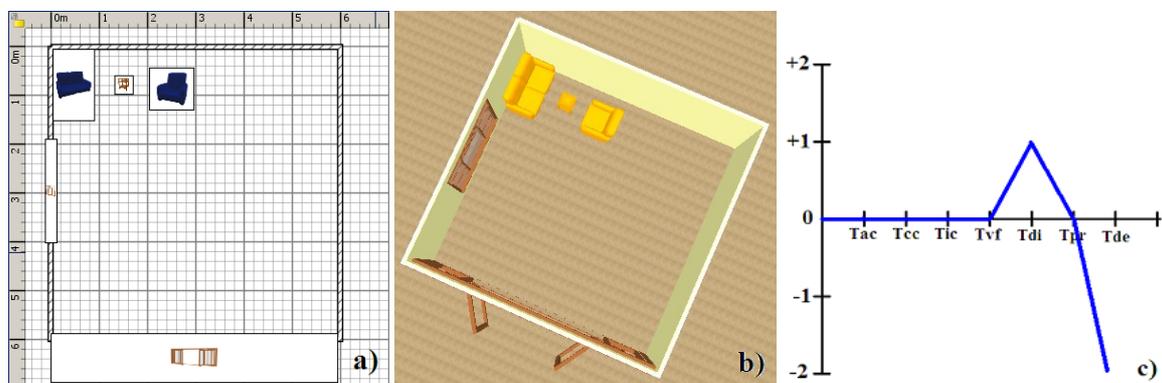


Fig. 3.36: *Acción-1* del ejemplo de creación de la estructura del conocimiento.

El contexto es actualizado en este punto generando el Contexto-1 el cual se forma como se detalla a continuación:

NIVEL 1: Información general de la habitación.	Valor
Color más usado en la habitación	AM (Amarillo)
Intensidad de color más usada en la habitación	CL (Claro)
Color contrastante al más usado en la habitación	N/A (No hay color contrastante)
Intensidad de color contrastante a la más usada en la habitación	RE (Regulares)
Objetivos funcionales de la habitación	CON (Convivir)
Distribución del mobiliario en la habitación	R (Regular)
Grado de saturación de mobiliario en la habitación	VA (Vacío)
NIVEL 2: Información de los grupos.	Valor

Color de los muros	AM (Amarillo)
Intensidad de color de los muros	CL (Claro)
Color más usado en los muebles	NA (Naranja)
Intensidad de color más usada en los muebles	RE (Regular)
Descripción de los grupos por cercanía en la habitación	Grupo 1: Sofá, Sillón, Mesita.
Descripción de los grupos por color en la habitación	Naranja: Sofá, Sillón, Mesita.
Descripción de los grupos familiares en la habitación	Sala: Sofá, Sillón, Mésita.
NIVEL 3: Información detallada del mobiliario.	Valor
Nombre	Sofá
Color	NA (Naranja)
Intensidad de color	RE (Regular)
Posición	NO (Noroeste)
Orientación	E (Este)
Grado de funcionalidad	1
Muebles pegado a otro mueble	NO
Nombre	Sillón
Color	NA (Naranja)
Intensidad de color	RE (Regular)
Posición	N (Norte)
Orientación	O (Oeste)
Grado de funcionalidad	1
Muebles pegado a otro mueble	NO
Nombre	Mesita
Color	NA (Naranja)
Intensidad de color	RE (Regular)
Posición	NO (Noroeste)
Orientación	S (Sur)
Grado de funcionalidad	1
Muebles pegado a otro mueble	NO

Con la información del Contexto-1 el sistema actualiza el *Contexto Afectivo*.

Como lo explicamos en el capítulo 3.3.4, el *Contexto Afectivo* es formado por:

- ✓ Las 7 tensiones afectivas ya descritas.

Pero al momento de guardarlo en la memoria del sistema le son agregados dos datos concretos más:

- ✓ Un módulo en donde se especifica el objetivo funcional de la habitación.
- ✓ Un módulo en donde se especifica el número de grupos por proximidad que hay en la habitación.

El uso de estos dos módulos agregados al *Contexto Afectivo* se explicará en el capítulo 3.6.1 de la descripción del proceso de generación de Diseños de Interiores Computacionales.

Para el ejemplo actual, el contexto emocional tiene los siguientes valores:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	0
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	0
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-2
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	1

En la figura 3.36 imagen c) se muestra la representación gráfica del *Contexto Afectivo*. A ésta representación gráfica se le agregan los dos módulos nuevos: El número de los grupos por cercanía en la habitación y los objetivos funcionales que hay en la habitación.

En la figura 3.37 se muestran estos nuevos módulos agregados a la representación gráfica de las tensiones afectivas:

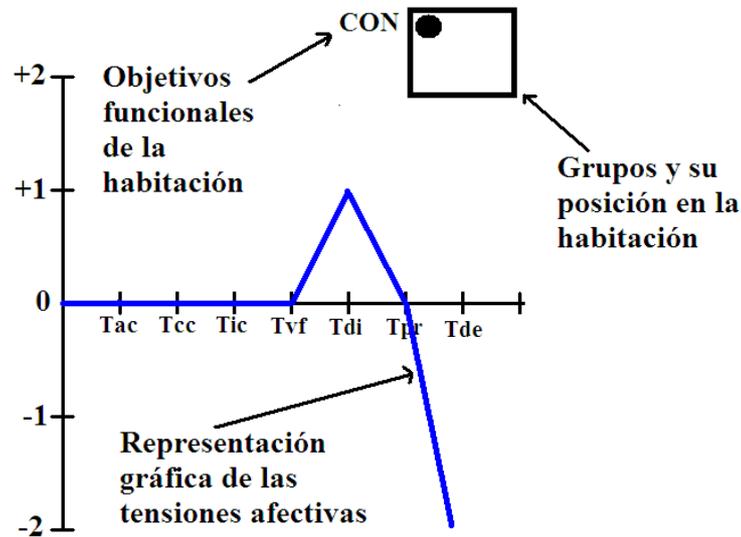


Fig. 3.37: Representación Gráfica del *Contexto Afectivo-1*.

2.- El usuario ejecuta más acciones básicas y dispara el proceso de creación de acción. Entonces la *Acción-2*, el *Contexto-2* y el *Contexto Afectivo-2* son generados. Para continuar con el ejemplo, la *Acción-2* se compone de las acciones básicas necesarias para colocar una Mesa de comedor y cuatro Sillas de color Verde Oscuro en SE (figura 3.38 imágenes a, b y c).

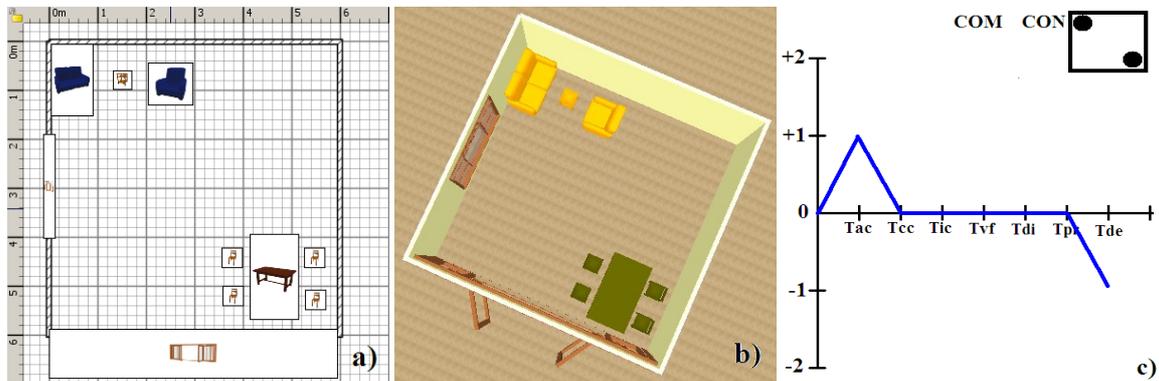


Fig. 3.38: *Acción-2* del ejemplo.

3.- El sistema generaliza la última acción realizada.

La *Acción Generalizada* es el tercer tipo de acción en DIER enlistado en el capítulo 3.3.6. A continuación describiremos el concepto de *Acción Generalizada*.

Cada vez que se crea una *Acción* el sistema registra información detallada acerca de cada mueble que es modificado: nombre, posición, orientación, color e intensidad de color. Esta información es importante para avanzar en el proceso del diseño que actualmente está siendo desarrollado, pero seguramente sería inútil si quisiéramos utilizarla en algún otro diseño.

En otras palabras, dicha información es muy concreta y útil para el problema actual, pero es demasiado específica para usarla en otros problemas.

Para resolver esto, el sistema generaliza la *Acción* para obtener y registrar la información esencial.

Para realizar la generalización de la información después de que una *Acción* es ejecutada, el sistema calcula cuántos grupos por cercanía fueron insertados, cuántos miembros tiene cada grupo insertado y el tipo de muebles de los que se compone cada grupo. Esta información es importante por que indica al sistema cual fue la modificación esencial que sufrió el diseño al ser ejecutada la *Acción*.

Para el ejemplo actual, la *Acción-2* insertó un grupo por proximidad con 5 muebles: 1 mueble del grupo de las Mesas y 4 muebles del grupo de las Sillas, Butacas y Bancos. El Sistema calcula que se ha introducido un comedor.

El sistema analiza el efecto que la última *Acción* ejecutada tiene en la distribución y en la impresión de color de la habitación completa. La idea es representar lo que nosotros llamamos la “intención de color y distribución” de la *Acción*.

El sistema analiza si la última *Acción* ejecutada incrementa, disminuye o no modifica la Tensión por distribución en la habitación y registra esta información. En la misma forma, el sistema analiza si en la última *Acción* ejecutada fueron ingresados muebles con colores e intensidades de color iguales a:

- ✓ Las predominantes en la habitación.
- ✓ Las contrastantes a las predominantes en la habitación.
- ✓ Las de los muros.
- ✓ Las predominantes en los muebles.

De esta forma, el sistema intenta determinar si la “intención” de la última *Acción* ejecutada es permanecer usando el mismo color predominante en la habitación, dar más contraste, igualar con los colores de los muros, reafirmar el color del mobiliario o ingresar un color totalmente nuevo a la composición. El sistema registra esta información.

En resumen, la generalización de la *Acción-2* del ejemplo puede ser descrita de la siguiente manera:

- ✓ La *Acción-2* inserta un grupo por cercanía en la composición, este grupo está compuesto por 5 elementos: 1 elemento del grupo de las Mesas y 4 elementos del grupo de las Sillas, Butacas y Bancos. En otras palabras, la *Acción-2* inserta un comedor.
- ✓ La forma del grupo insertado tiende a ser un círculo.
- ✓ Esta *Acción* tiene la “intención” de disminuir la Tensión por distribución (Tdi).
- ✓ El color de los miembros del grupo insertado debe ser distinto al color predominante de la habitación, distinto al contrastante, distinto al de los muros y distinto al predominante en los muebles (en este caso los muebles insertados son Verdes).

4.- El sistema copia el contenido del *Contexto Afectivo-1* en una nueva estructura en la memoria de DIER. Esta nueva estructura es conocida como *Átomo-1*. Esto es necesario porque el sistema actualiza constantemente el *Contexto Afectivo* y si la información no fuera salvada ésta se perdería.

En este paso DIER asocia el *Átomo-1* a la *Acción-2* en su forma generalizada. Para entender mejor este concepto de asociación podemos decir lo siguiente: El sistema guarda la siguiente información:

“Cuando una composición en proceso, representada en términos de tensiones y grupos, es igual o similar a la representada en el *Contexto Afectivo-1*, un siguiente paso lógico para continuar con el diseño es ejecutar la *Acción-2* en su forma generalizada”.

Las Acciones generalizadas permiten una mayor gama de posibilidades de continuar un proceso de diseño que las acciones concretas. Al momento en que DIER genera composiciones novedosas, durante el proceso de *Reflection* son empleadas rutinas para concretar las acciones generalizadas.

En el caso del ejemplo que hemos desarrollado para mostrar este proceso, el *Átomo-1* guarda la siguiente información:

ÁTOMO-1	
TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	0
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	0
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-2
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	1

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de las MESAS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
COLOR
Diferente a los colores de la habitación
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Disminuir la Tdi

Tabla 3.16: Átomo-1 del ejemplo.

5.- A continuación el usuario ejecuta más acciones básicas. En un momento dispara nuevamente el proceso de observación, con esto, la *Acción-3*, el *Contexto-3* y el *Contexto Afectivo-3* son generados.

Para el ejemplo que hemos estado desarrollando, imaginemos que el usuario ha decidido colocar dos sofás más en NE de color Verde Oscuro.

En la figura 3.39 se muestra el ejemplo con la *Acción-3* ejecutada.

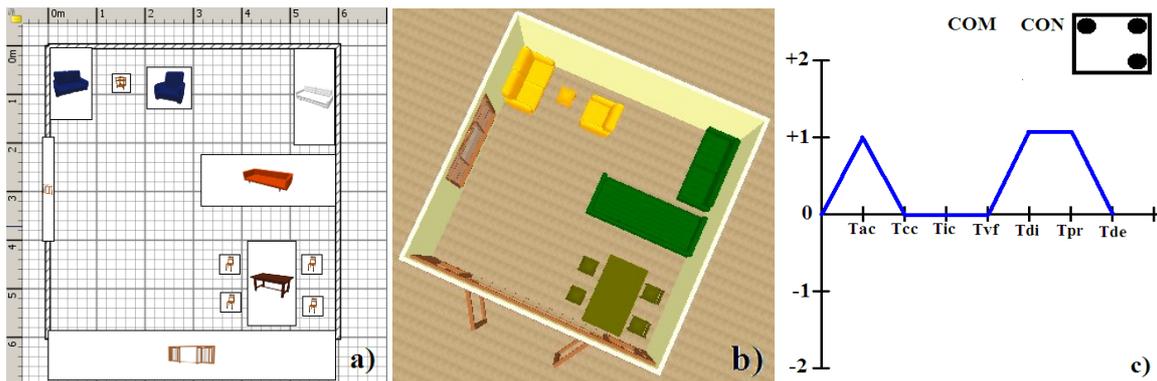


Fig. 3.39: *Acción-3* del ejemplo.

El contenido del *Contexto Afectivo-2* es asociado a la *Acción-3* en su forma generalizada y ambos son copiados a la nueva estructura llamada *Átomo-2*. El *Átomo-2* será guardado en la memoria del sistema.

Con relación al ejemplo, el *Átomo-2* queda como se muestra a continuación:

ÁTOMO-2	
TENSIONES AFECTIVAS.	Valor

Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	0
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	0
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir), COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	2

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de los SILLONES
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
COLOR
El mismo color más usado en los muebles
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Aumentar la Tdi

Tabla 3.17: *Átomo-2* del ejemplo.

Esta es la manera en la que el usuario va creando estructuras de conocimiento en la memoria de DIER.

Para concluir nuestro ejemplo, pensemos que después de haber ejecutado la *Acción-3* el usuario decide que su diseño está concluido.

Entonces el usuario, sin ejecutar ninguna acción básica adicional a la habitación, dispara nuevamente el proceso de observación. Esto es tomado por el sistema como una indicación de que el proceso de diseño ha terminado. La *Acción-4*, el *Contexto-4* y el *Contexto Afectivo-4* son generados.

El contenido del *Contexto Afectivo-3* es asociado a la *Acción-4* en su forma generalizada y ambos son copiados a la nueva estructura llamada *Átomo-3*. El *Átomo-3* es guardado en la memoria del sistema. En este caso, el *Átomo-3* queda como sigue:

ÁTOMO-3	
TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	0
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	+1
Tensión por Densidad (Tde)	0
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir), COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	3

ACCIÓN ASOCIADA

TERMINAR DISEÑO

Tabla 3.18: *Átomo-3* del ejemplo.

3.6 Generación de Diseños de Interiores Computacionales.

DIER produce composiciones novedosas como resultado de ciclos *Engagement and Reflection*. Durante el ciclo *Engagement* el sistema elige una *Acción Generalizada* para continuar con la composición. Después de haber ejecutado la *Acción Generalizada* se inicia un ciclo *Reflection* para evaluarla y, en caso de ser necesario,

modificar la composición para que cumpla las restricciones establecidas. Después el sistema regresa nuevamente a *Engagement* y el proceso de ciclos continúa.

3.6.1 El proceso de generación de Diseños de Interiores Computacionales.

En DIER, el ciclo *Engagement* funciona de la siguiente manera:

1. El usuario provee al sistema un estado inicial de la habitación. Este estado inicial junto con las restricciones de la habitación de estudio (el tamaño de 6 x 6 metros, la posición de la ventana, la posición de la puerta, el tipo y color del piso), son considerados requerimientos iniciales del diseño.

En la figura 3.40 podemos ver tres ejemplos típicos de estados iniciales.

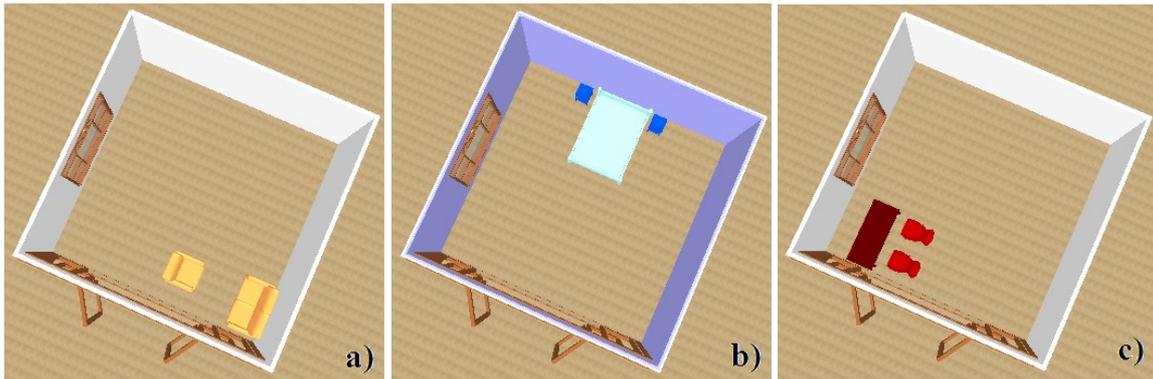


Fig. 3.40: Ejemplos de estados iniciales.

2. DIER actualiza el Contexto y el *Contexto Afectivo* de la composición actual.
3. El sistema emplea el *Contexto Afectivo* actualizado para buscar en la memoria y encontrar todos los *Átomos* (estructuras del conocimiento guardadas en la memoria y descritas en el capítulo 3.5.1) que son semejantes en estructura y valores.

En esta versión de DIER, un *Contexto Afectivo* es considerada similar a un *Átomo* cuando la estructura de ambos es igual en al menos el 50%.

El porcentaje de igualdad (que en este caso está puesto al 50%) entre dos *Átomos* puede ser cambiado por el usuario y es llamado constante ACAS (*Atom Containing Associative Structure*). La constante ACAS puede tomar valores de 1% a 100% en escala de uno en uno. Las consecuencias poner un valor elevado o bajo en el porcentaje de igualdad en la constante ACAS serán estudiadas en el capítulo 4.3.

Los puntos en los que se debe coincidir al menos en un 50% entre el *Contexto Afectivo* y el *Átomo* son 9: los valores de las 7 tensiones afectivas, el número de grupos y los objetivos funcionales de la habitación.

En la figura 3.41 imagen a), se muestran los 9 puntos de evaluación en un *Contexto Afectivo*.

En la figura 3.42 imágenes b) y c) se muestran dos Contextos Afectivos que coinciden en un 55% ya que tienen 6 de los 9 puntos iguales entre sí (Tienen los mismos Tac, Tic, Tvf, Tde y número de grupos. Son diferentes en el Tcc, Tdi, Tpr y en los objetivos funcionales de la habitación).

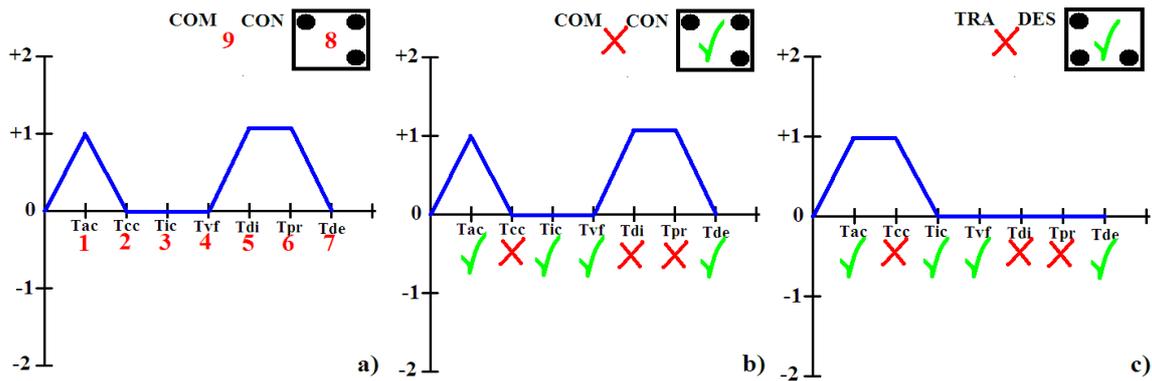


Fig. 3.41: Los 9 puntos de semejanza entre dos Contextos Afectivos.

La constante ACAS que determina que tan iguales deben de ser un *Contexto Afectivo* y un *Átomo* para considerarlos similares puede ser modificada por el usuario. Como podrá ser mostrado más adelante en el capítulo 4.3, el valor de la constante ACAS es importante para los resultados finales de un diseño.

4. El sistema selecciona al azar uno de los *Átomos* que ha recuperado de la memoria.
5. El sistema ejecuta la *Acción Generalizada* asociada con el *Átomo* modificando la composición actual (En la versión actual de DIER, las acciones generalizadas agregan grupos por proximidad en la habitación.).

En este punto, el sistema termina el ciclo *Engagement* y comienza el ciclo *Reflection*.

En DIER, el ciclo *Reflection* tiene 5 pasos y funciona de la siguiente manera:

1. El grupo por proximidad insertado en la composición se organiza.

Ya que la *Acción Generalizada* no incluye información precisa acerca de la posición de cada mueble, el sistema ingresa los muebles cercanos pero en forma desordenada. El sistema intenta resolver este problema reduciendo el área ocupada por el grupo insertado. Entonces, el sistema ejecuta una rutina que realiza pequeñas modificaciones a la posición y orientación de cada mueble hasta que el grupo es colocado en una forma compacta y organizada.

En DIER, por defecto, cuando se inserta un grupo en una composición por la ejecución de una *Acción Generalizada* hay dos reglas que se siguen siempre.

- a. Si el grupo incluye una Mesa, una Mesita o una Cama, este elemento se coloca al centro del grupo.
- b. Los elementos del grupo siempre se orientarán al centro del grupo.

En la figura 3.42 se muestran 3 imágenes en donde se ejemplifica este proceso de organización de espacio.

En la figura a) se muestra el momento en el que el ciclo *Engagement* ejecuta la *Acción Generalizada* de colocar un grupo por cercanía compuesto por dos elementos del grupo de los Sillones y un elemento del grupo de las Mesitas. El color del grupo es el mismo que el más usado en los muebles (Rojo) y la intensidad de color es diferente a la más usada en la habitación (Claros) y a la usada en el mobiliario (Oscuros).

En la imagen b) se muestra una toma del proceso intermedio. En la imagen c) se muestra el acomodo final que alcanza el grupo.

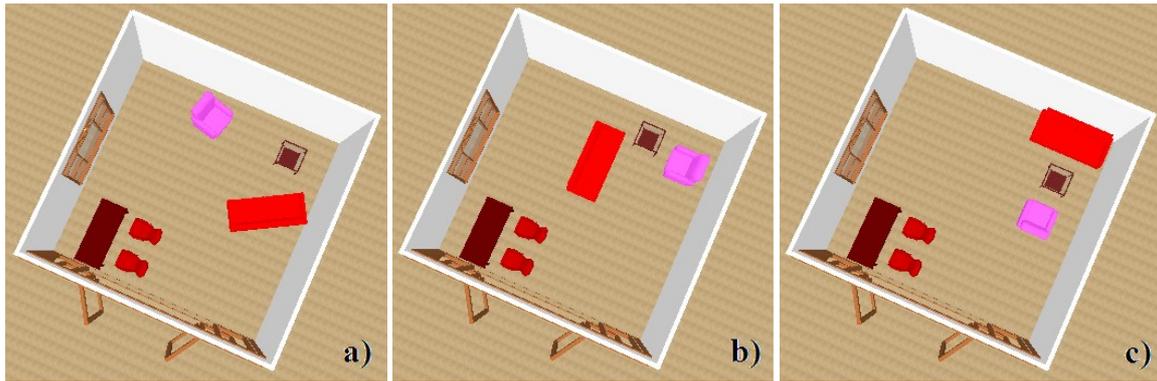


Fig. 3.42: Ejemplo del proceso de compresión de espacio de un grupo por cercanía insertado en la habitación.

2. Se homogeneizan los muebles que componen el grupo por cercanía insertado.

Una vez insertado un grupo por cercanía como resultado de la ejecución de una *Acción Generalizada* elegida en el ciclo *Engagement*, DIER elige al azar uno de los varios muebles de cada grupo para ser insertado.

En el ejemplo anterior, la *Acción Generalizada* indicaba que se debe insertar un grupo por cercanía compuesto por dos elementos del grupo de los Sillones y un elemento del grupo de las Mesitas. En la figura 3.43 se muestran 3 diferentes decisiones que pudo haber tomado DIER para llevar a cabo esta *Acción* respetando los grupos de muebles requeridos (dos sillones cualesquiera y una mesita cualquiera).

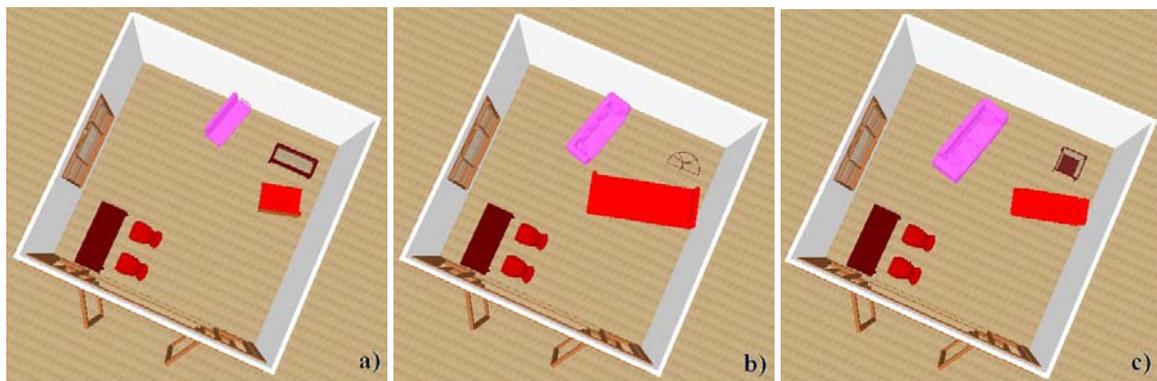


Fig. 3.43: Ejemplos de posibles alternativas a la *Acción Generalizada* del ejemplo anterior.

Existen grupos por cercanía que por su naturaleza, deben guardar cierta uniformidad en los muebles que los componen. A través de los diseños de interiores realizados por profesionales que hemos revisado para este trabajo, hemos observado que las Sillas, Butacas y Bancos usados en las composiciones son los elementos que guardan más uniformidad en los diseños.

Es frecuente ver diseños en donde los sillones en un grupo de sala son de diferente tamaño, modelo y color. Sin embargo es muy poco frecuente ver que las sillas en una composición sean distintas (aunque sucede en pocas ocasiones).

Por lo tanto, cuando el grupo por cercanía insertado por el ciclo *Engagement* incluye dos o más elemento del grupo de las Sillas, Butacas y Bancos, los muebles de este grupo son uniformados. En otras palabras, se coloca el mismo tipo de silla, butaca o banco para todos los elementos de este grupo de muebles.

Para hacer esto, DIER toma como referencia, al azar, uno de los elementos del grupo de las Sillas, Butacas y Bancos y convierte el resto de los demás elementos de este grupo para que sean iguales al referenciado.

Este proceso es ejemplificado en la figura 3.44.

En la imagen a) se muestra la ejecución de una *Acción Generalizada* que indica insertar un grupo por cercanía que incluya un elemento del grupo de las Mesas y cuatro elementos del grupo de las Sillas, Butacas y Bancos.

En la imagen b) se muestra el grupo insertado después del proceso de organización de espacio.

En la imagen c) se muestra el grupo insertado después del proceso de homogeneización de los muebles. En la figura b) se muestra cual de los elementos fue tomado como referencia para modelar al resto.

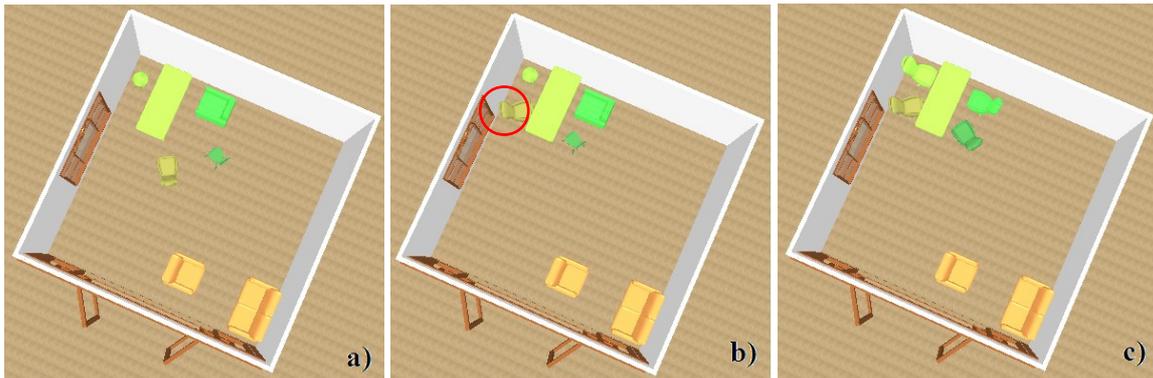


Fig. 3.44: Ejemplo del proceso de homogeneización de los muebles.

Existe una pequeña posibilidad de que alguno de los elementos del grupo de las Sillas, Butacas y Bancos pertenecientes al grupo insertado no se homogeneice. Esta posibilidad, por defecto, es muy pequeña (5%).

De esta forma, en 5 de cada 100 procesos, es posible que el sistema sorprenda con un diseño fuera de lo común. En la figura 3.45, imagen a) se muestra el caso en que una de las sillas no fue homogeneizada y quedo como fue insertada en un principio.

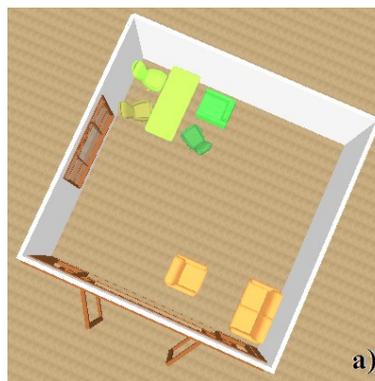


Fig. 3.45: Posibilidad de no homogeneización.

3. Uniformidad de color.

Durante el ciclo de *Engagement*, el sistema inserta un grupo por cercanía con las características enlistadas en la *Acción Generalizada*. El tono exacto del color de cada mueble del grupo por cercanía insertado es elegido al azar respetando simplemente el color general indicado en la *Acción Generalizada*.

En el ejemplo de arriba, la *Acción Generalizada* está definida cómo se indica a continuación:

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de las MESAS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
COLOR
Un color distinto al más usado en la habitación, al más usado en los muebles y al de los muros.
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Disminuir la Tdi

En este caso, en la información del color debe adoptar el grupo insertado solo se dice que tiene que ser:

- ✓ Diferente al color más usado en la habitación (Blanco).
- ✓ Diferente al color más usado en el mobiliario (Naranja).
- ✓ Diferente al color de los muros (Blanco).

Mediante una selección aleatoria, el sistema elige el color Verde. Con esta *Acción*, se genera el acomodo que se muestra en la figura 3.46 imagen b). Como el color Verde puede tener muchas tonalidades e intensidades de color distintas, el sistema colorea cada mueble del grupo eligiendo al azar un tono y una intensidad de color para el Verde (imagen b).

Esto da como resultado un grupo de diferentes tonalidades de Verde. Para remediar esto, el sistema uniforma el color del grupo.

- ✓ El sistema elige como referencia a uno de los elementos del grupo al azar.
- ✓ El sistema pinta del mismo tono e intensidad de color al resto de los elementos del grupo.

En la figura 3.46 imagen c) se muestra el resultado del proceso de uniformidad del color en el grupo insertado. En la figura b) se muestra cual fue el mueble elegido para ser referencia.

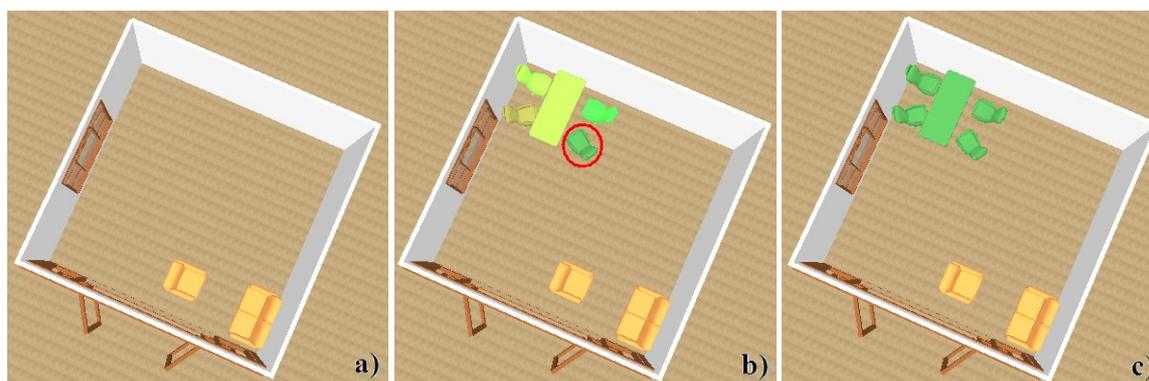


Fig. 3.46. Ejemplo de uniformidad de color.

4. Establecimiento de ligas de color.

En los diferentes diseños elaborados por expertos que hemos revisado para la realización de este trabajo, notamos que en algunas ocasiones existen ligas de color entre los diferentes grupos por cercanía en las composiciones.

Definimos una liga de color entre grupos al hecho de que existan muebles con el mismo color y tonalidad en dos diferentes grupos por cercanía. Esto ocurre solo en ocasiones.

Por lo tanto, con una posibilidad del 50% se establecen ligas de color entre el grupo insertado y algún otro grupo en la habitación.

La posibilidad de establecer ligas de color entre los grupos por cercanía es un parámetro que puede ser modificado por el usuario.

Para hacer esto el sistema realiza los siguientes pasos:

- ✓ Decide si se debe establecer una liga de color.
- ✓ En caso de que sí, el sistema toma un elemento de algún grupo ya insertado en la habitación como referencia.
- ✓ El sistema obtiene el color del mueble seleccionado como referencia.
- ✓ El sistema asigna el color del mueble referencia a los muebles del grupo recién insertado con una probabilidad del 25 % (parámetro que puede ser modificado por el usuario).

En la figura 3.47 se muestran dos ejemplos de la creación de ligas de color:

En la imagen a) se muestra el diseño antes del proceso.

En la imagen b) se muestra una posibilidad de liga de color.

En la imagen c) se muestra una posibilidad diferente de liga de color.

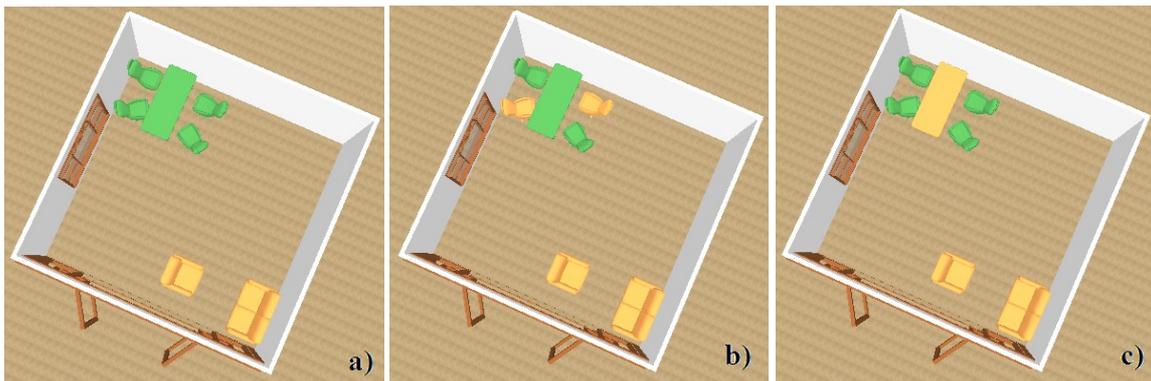


Fig. 3.47: Ejemplos de creación de ligas de color.

Al terminar el ciclo *Refelction* el sistema actualiza el Contexto, genera el *Contexto Afectivo* y regresa al ciclo *Engament* en donde buscará los *Átomos* que sean similares al *Contexto Afectivo* actual.

De esta forma se continua con el proceso.

El ciclo termina cuando el átomo encontrado y elegido como similar para continuar con el proceso tiene una *Acción* asociada que termina con la composición.

En el punto siguiente de este capítulo describiremos paso a paso un ejemplo de la composición de un diseño en DIER.

3.7 En resumen.

En este capítulo hemos descrito la implementación del modelo de creatividad computacional *Engagement and Reflection* en un programa de computadora que genera Diseños de Interiores Computacionales (DIC).

Explicamos el funcionamiento de la interfaz de diseño y el Módulo de Observación del sistema.

Mostramos también el proceso de generación de las estructuras del conocimiento que son almacenadas en la memoria del sistema y que, en conjunto, son conocidas como la Base de Conocimientos.

Introducimos los tres diferentes tipos de acciones que hay en DIER y las formas gráficas de los Contextos Afectivos.

Explicamos el funcionamiento del sistema en sus dos procesos principales: La creación de estructuras del conocimiento y la generación de Diseños de Interiores Computacionales.

Con la comprensión del funcionamiento del sistema que se tiene después de la lectura del capítulo 3 el lector está listo para el desarrollo detallado de un ejemplo del proceso de generación de Diseños de Interiores Computacionales paso a paso.

El ejemplo del proceso de generación de Diseños de Interiores Computacionales paso a paso así como la muestra de dos experimentos con una constante ACAS (introducida en el capítulo 3.6.1) distinta serán explicados en el capítulo 4.

DISEÑOS DE INTERIORES COMPUTACIONALES.

4.1 Introducción.

En el presente capítulo de este trabajo de tesis se muestran tres ejemplos del proceso de generación de Diseño de Interiores Computacionales y se exploran las posibilidades de la constante ACAS (introducida en la sección 3.6.1).

Estos tres ejemplos fueron elegidos por ser los más representativos de un total de 128 experimentos de generación de diseños ejecutados con DIER.

En la primera parte se mostrará un ejemplo de diseño de una habitación detallado paso a paso.

En la segunda parte se mostrará el comportamiento de la constante ACAS y dos ejemplos más de diseño con diferentes valores para esta constante.

4.2 Ejemplo detallado paso a paso de una composición.

Experimento 1:

En este experimento la constante ACAS tiene asignado el valor de 50%.

Para este ejemplo se emplea una base de conocimiento compuesta por 120 *Átomos* de diseños previamente ingresados al sistema. Los diseños, generados por expertos, fueron obtenidos de Arco Team (2006) y de Cañizares & Asencio (2008).

Cabe aclarar que, por limitaciones propias del sistema, no es posible implementar los diseños con el grado de detalle que aparecen en los libros. Sin embargo hemos cuidado que las aproximaciones ingresadas al sistema sean estructural y esencialmente lo más parecidas a los diseños originales.

El usuario propone un estado inicial de la habitación.

En la figura 4.1 se muestran tres vistas del estado inicial que ha propuesto el usuario.



Fig. 4.1: Tres vistas del estado inicial propuesto por el usuario para el experimento.

El sistema actualiza el contexto y genera el *Contexto Afectivo*1:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1

Tensión de Contraste de Color (Tcc)	-1
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-2
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	1

Tabla 4.1: *Contexto Afectivo*1.

La Tac tiene valor +1 (semi-armónico) porque los dos colores existentes en la habitación: Blanco y Amarillo, son considerados semi-armónicos (Los colores neutros están a un espacio de distancia del resto de los colores en el círculo cromatico).

La Tcc Tiene valor de -1 (semi-monótono) porque los muros y los muebles tienen la misma intensidad de color (Claro) pero sus colores son distintos (Blanco y Amarillo).

La Tic tiene valor de 0 porque la intensidad de color predominante en la habitación es la de colores Claros.

La Tvf tiene valor de 0 porque el único mueble que se encuentra en la habitación tiene su grado de funcionalidad sin afectaciones. El sillón en NE es totalmente funcional.

La Tdi tiene valor de +1 (Regular) porque, con el sillón en NE, son activados dos puntos de presión del espacio (NE y N) que no tienen muebles en los puntos complementarios (SO y S).

La Tpr tiene valor de 0 porque el único mueble que hay en la habitación guarda una distancia de más de 10 cm. al muro más cercano que tiene, por lo que no hay tensión de proximidad.

La Tde tiene valor de -2 (Vacío) porque el único mueble que hay en la habitación ocupa solo el 4 % del área.

El Objetivo Funcional de la habitación es el de Convivir (CON), ya que, por ahora, solo hay un sillón.

El número de grupos en la habitación es 1.

Engagement comienza

El sistema encuentra 12 *Átomos* que son similares al menos en un 50% al *Contexto Afectivo* actual. De entre los 12 *Átomos* encontrados, el sistema elige al azar el siguiente:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	0
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	0
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	2

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de las MESAS

* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
COLOR
Usar un color diferente al más usado en la habitación, diferente al más usado en el mobiliario y diferente al de los muros.
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Disminuir la Tdi

Tabla 4.2: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.2 imagen a) podemos ver la representación gráfica del *Contexto Afectivo1* con las variables que son iguales al *Átomo* elegido marcadas en verde. En la figura 4.2 imagen b) podemos ver la representación gráfica del *Átomo* elegido.

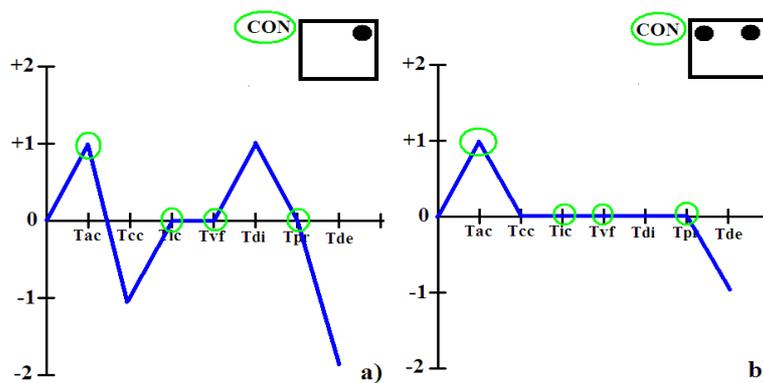


Fig. 4.2: Match del 55% entre el *Contexto Afectivo1* y el *Átomo* elegido.

El sistema ejecuta la *Acción Generalizada* asociada al *Átomo* elegido:

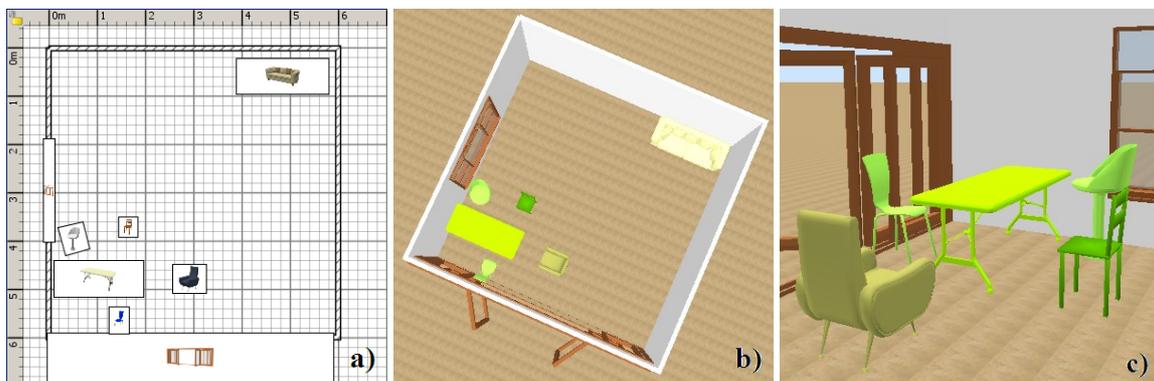


Fig. 4.3: Ejecución de la *Acción Generalizada* del *Átomo* elegido.

La *Acción Generalizada* indica la inserción de un mueble del grupo de las Mesas y cuatro muebles del grupo de las Sillas, Butacas y Bancos.

El color del grupo, verde en este caso, fue elegido al azar siempre y cuando no fuera el color más usado en la habitación (Blanco), no fuera el color más usado en el mobiliario (Amarillo) y tampoco fuera el color de los muros (Blanco).

El área de la habitación en la cual fue colocado el grupo fue elegido para disminuir la Tensión de distribución. El sistema eligió SO para complementar las áreas de presión que estaban activas por efecto del sillón en NE.

Reflection comienza.

El sistema inicializa las rutinas de revisión y acomodo de *Reflection*.

1. Organización: El sistema inicia la rutina de organización del espacio del grupo insertado. Con esto el sistema comienza a modificar la posición y la orientación de cada pieza de mobiliario poco a poco para formar un grupo más compacto. Tres de los varios pasos de este proceso son mostrados en la figura 4.4:

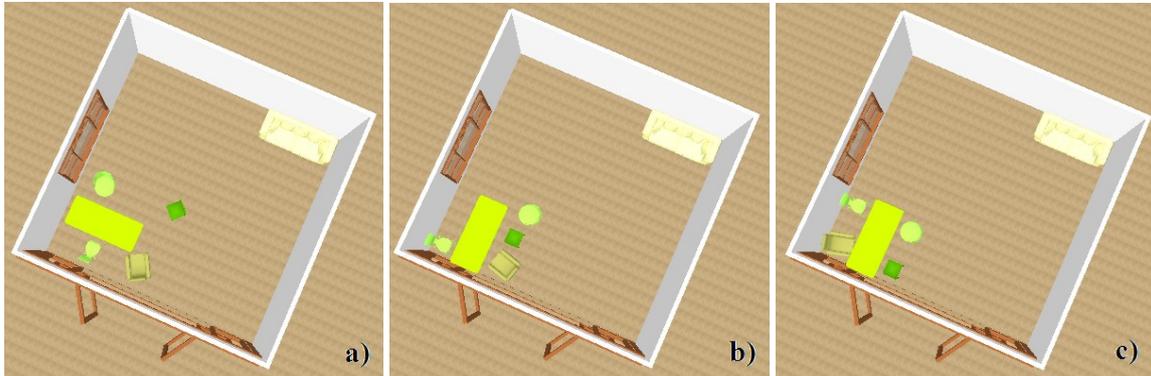


Fig. 4.4: Proceso de organización.

2. Homogeneización: El sistema inicia la rutina de homogeneización del tipo de mobiliario del grupo insertado. El sistema elige al azar una de las cuatro sillas y la toma como referencia. El sistema modificará el resto de las sillas para que adopten el mismo tipo que la silla referencia. El cambio del resto de las sillas es mostrado en la figura 4.5:

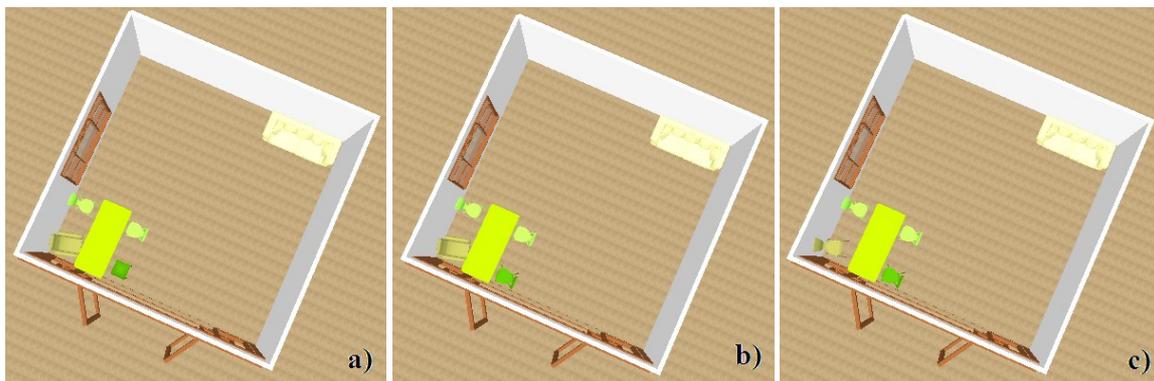


Fig. 4.5: El proceso de homogeneización de mobiliario.

3. Uniformar el color: El sistema inicia la rutina de uniformar el color en el mobiliario del grupo insertado. El sistema elige al azar uno de los 5 muebles que componen el grupo y lo toma como referencia. El sistema modificará el resto de los elementos del grupo para que adopten el mismo color que el elemento referencia. El proceso de Uniformar el color del grupo insertado es mostrado en la figura 4.6:

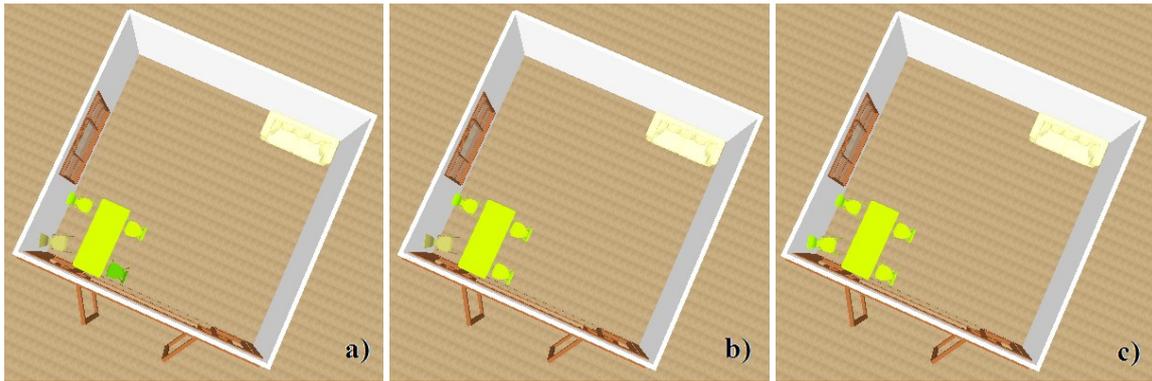


Fig. 4.6: Proceso de Uniformar el color del grupo.

4. Ligas de Color: El sistema inicia la rutina de creación de ligas de color. Existe un 50% de probabilidad que esta rutina se lleve a cabo. En este caso el sistema determina que si debe ser llevada a cabo. El sistema elige al azar un mueble que ya se encontraba en la habitación antes de insertar el grupo (En este caso el Sillón en NE es el único mueble que estaba antes de insertar este grupo.).

El sistema modificará cada uno de los muebles del grupo insertado para que adopte el color del Sillón en NE con una probabilidad del 25 %. Cada mueble tiene .25 de probabilidad de cambiar al color del Sillón en NE.

En el caso del ejemplo, el sistema ha cambiado el color de dos elementos del grupo insertado. Esto se puede ver en la figura 4.7:

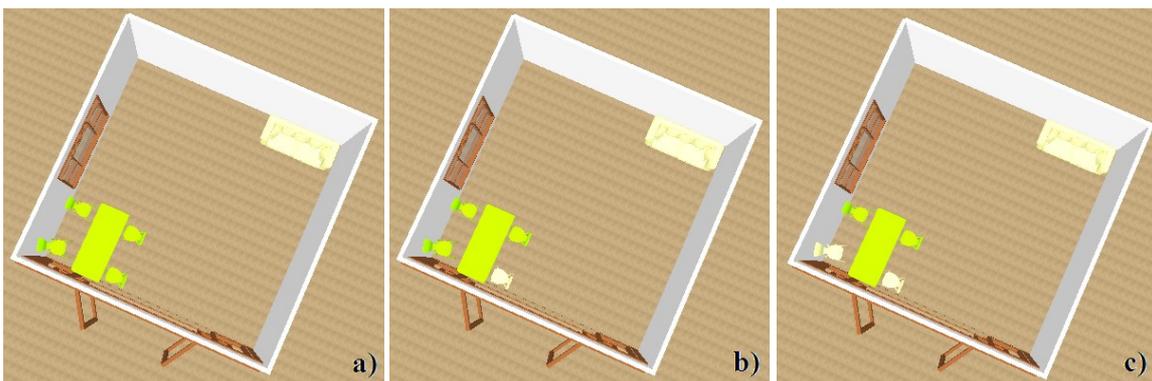


Fig. 4.7: Proceso de creación de la ligadura de color.

Con esta última rutina termina el ciclo *Reflection*.

El sistema actualiza el contexto y genera el *Contexto Afectivo2*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	-1
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	0
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir) COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	2

Tabla 4.3: *Contexto Afectivo2*.

La Tac tiene valor +1 (semi-armónico) porque los tres colores existentes en la habitación (Blanco, Amarillo y Verde) son considerados semi-armónicos (Los colores neutros están a un espacio de distancia del resto de los colores en el círculo cromático, el Verde y el Amarillo son contiguos en el círculo cromático).

La Tcc Tiene valor de -1 (semi-monótono) porque los muros y los muebles tienen la misma intensidad de color (Claro) pero sus colores son distintos (Blanco, Amarillo y Verde).

La Tic tiene valor de 0 porque la intensidad de color predominante en la habitación es la de colores Claros.

La Tvf tiene valor de 0 porque la mayoría de los muebles que hay en la habitación tienen su grado de funcionalidad íntegro. El único elemento que presenta bloqueo en uno de sus lados es la Mesa en SO que tiene bloqueado su lado Sur por el muro de la puerta, pero esto no es lo suficientemente significativo como para elevar la tensión de valor funcional.

La Tdi tiene valor de 0 (Equilibrado) porque los puntos de presión activos por el sillón en NE (NE y N) están complementados por los puntos activos por el grupo insertado en SO (SO y S).

La Tpr tiene valor de 0 porque, de los 6 muebles que hay en la habitación, solo la mesa esta a menos de 10 cm. de distancia del muro Sur. Esto quiere decir que solo el 16% del mobiliario esta muy próximo. 16% no es suficiente para que la tensión por proximidad suba a +1.

La Tde tiene valor de -1 (Semi- Vacío) porque los muebles que se encuentran en la habitación ocupan ya el 11% del área.

El Objetivo Funcional de la habitación es el de Convivir (CON) y el de Comer (COM). Esto es por que hay muebles de sala y de comedor en el espacio.

El número de grupos en la habitación es 2.

Engagement comienza.

El sistema encuentra 7 *Átomos* que son similares al menos en un 50% al *Contexto Afectivo* actual. De entre los 7 *Átomos* encontrados, el sistema elige al azar el siguiente:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	-1
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	0
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir) COM (Comer) DES (Descansar)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	3

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de los SILLONES
* Elemento del grupo de los SILLONES
* Elemento del grupo de las MESITAS
COLOR
Usar el color principal del mobiliario
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Disminuir la Tdi

Tabla 4.4: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.8 imagen a) podemos ver la representación gráfica del *Contexto Afectivo2* con las variables que son iguales al *Átomo* elegido marcadas en verde. En la figura 4.8 imagen b) podemos ver la representación gráfica del *Átomo* elegido.

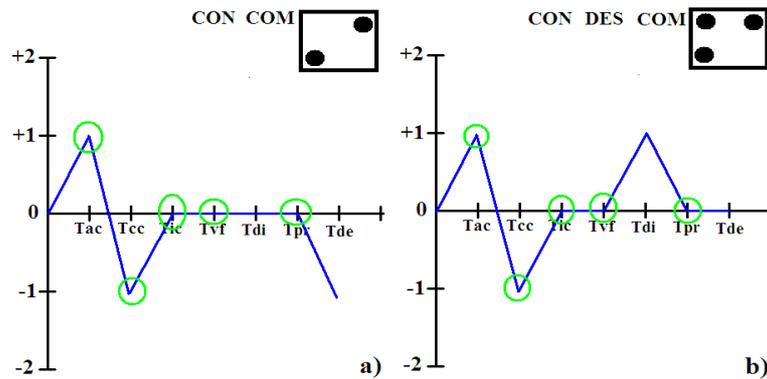


Fig. 4.8: Match del 55% entre el *Contexto Afectivo2* y el *Átomo* elegido.

El sistema ejecuta la *Acción Generalizada* asociada al *Átomo* elegido:

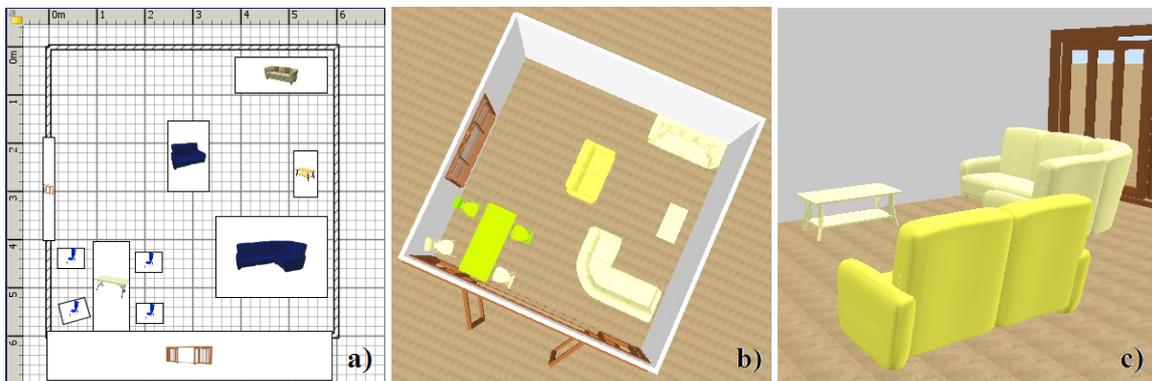


Fig. 4.9: Ejecución de la *Acción Generalizada* del *Átomo* elegido.

La *Acción Generalizada* indica la inserción de dos muebles del grupo de los Sillones y un mueble del grupo de las Mesitas.

El color del grupo, amarillo en este caso, fue elegido por la orden de tomar el color más usado en el mobiliario..

La *Acción Generalizada* indica que se debe colocar el grupo de tal forma que se disminuya la Tdi. Sin embargo, en este caso la Tdi es 0, cualquier lugar en donde se ponga el grupo aumentará de forma irremediable la Tdi. En este caso el sistema elige al azar uno de los sectores vacíos de la habitación para insertar el nuevo grupo porque no puede satisfacer de ninguna forma la solicitud de disminuir la Tdi.

Reflection comienza.

El sistema inicializa las rutinas de revisión y acomodo de *Reflection*.

1. Organización: El sistema inicia la rutina de organización del espacio del grupo insertado. Con esto el sistema comienza a modificar la posición y la orientación de cada pieza de mobiliario poco a poco para formar un grupo más compacto. Tres de los varios pasos de este proceso son mostrados en la figura 4.10:

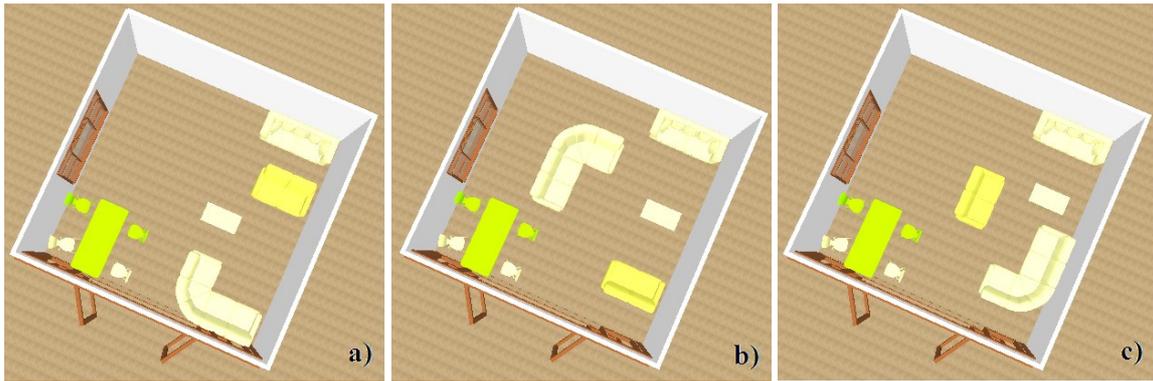


Fig. 4.10: Proceso de organización.

2. Homogeneización: El sistema inicia la rutina de homogeneización del tipo de mobiliario del grupo insertado. Como en este caso no hay elementos del grupo de las Sillas, Butacas y Bancos en el nuevo grupo insertado, el grupo se queda tal y como esta:

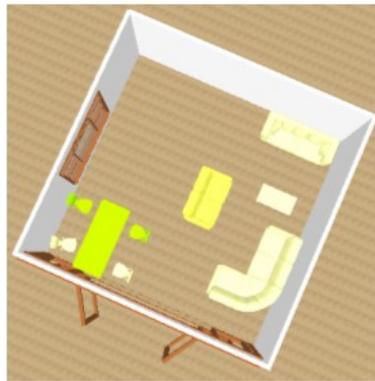


Fig. 4.11: El proceso de homogeneización de mobiliario (no cambió el grupo).

3. Uniformar el color: El sistema inicia la rutina de uniformar el color en el mobiliario del grupo insertado. El sistema elige al azar uno de los 3 muebles que componen el grupo y lo toma como referencia. El sistema modificará el resto de los elementos del grupo para que adopten el mismo color que el elemento referencia. El proceso de Uniformar el color del grupo insertado es mostrado en la figura 4.12:

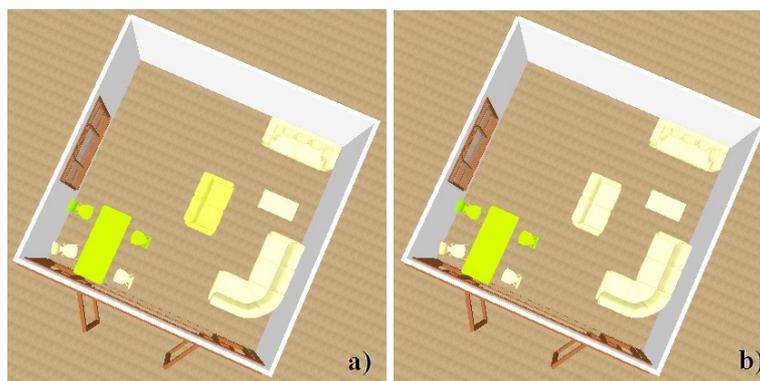


Fig. 4.12: Proceso de Uniformar el color del grupo.

4. Ligas de Color: El sistema inicia la rutina de creación de ligas de color. Existe un 50% de probabilidad que esta rutina se lleve a cabo. En este caso el sistema determina que no debe ser llevada a cabo. Por lo tanto el grupo no cambia. En la figura 4.13 se muestran 3 vistas del diseño hasta este paso:

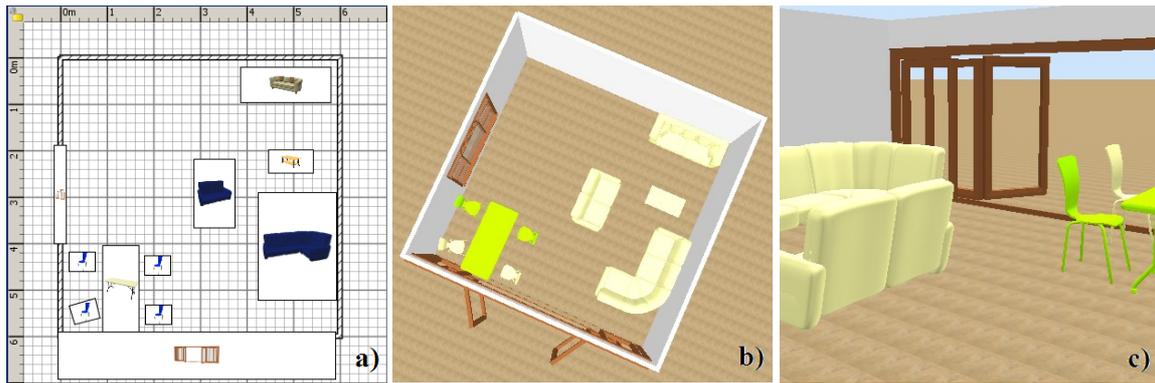


Fig. 4.13: Proceso de creación de la ligadura de color (no cambió el grupo).

Con esta última rutina termina el ciclo *Reflection*.

El sistema actualiza el contexto y genera el *Contexto Afectivo3*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	-1
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	0
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir) COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	3

Tabla 4.5: *Contexto Afectivo3*.

La Tac tiene valor +1 (semi-armónico) porque los tres colores existentes en la habitación (Blanco, Amarillo y Verde) son considerados semi-armónicos (Los colores neutros están a un espacio de distancia del resto de los colores en el círculo cromático, el Verde y el Amarillo son contiguos en el círculo cromático).

La Tcc Tiene valor de -1 (semi-monótono) porque los muros y los muebles tienen la misma intensidad de color (Claro) pero sus colores son distintos (Blanco, Amarillo y Verde).

La Tic tiene valor de 0 porque la intensidad de color predominante en la habitación es la de colores Claros.

La Tvf tiene valor de 0 porque la mayoría de los muebles que hay en la habitación tienen su grado de funcionalidad íntegro. El único elemento que presenta bloqueo en uno de sus lados es la Mesa en SO que tiene bloqueado su lado Sur por el muro de la puerta, pero esto no es lo suficientemente significativo como para elevar la tensión de valor funcional.

La Tdi tiene valor de +1 (Regular) porque existen dos puntos de presión activos por el grupo recién insertado que no son complementados (E y SO).

La Tpr tiene valor de 0 porque, de los 9 muebles que hay en la habitación, solo la mesa y sofá en "L" están a menos de 10 cm. de distancia del muro Sur y del muro Este respectivamente. Esto quiere decir que solo el 22% del mobiliario está muy próximo. 22% no es suficiente para que la tensión por proximidad suba a +1.

La Tde tiene valor de 0 (Equilibrado) porque los muebles que se encuentran en la habitación ocupan ya el 27% del área.

El Objetivo Funcional de la habitación es el de Convivir (CON) y el de Comer (COM). Esto es por que hay muebles de sala y de comedor en el espacio.

El número de grupos en la habitación es 3.

Engagement comienza.

El sistema encuentra 9 *Átomos* que son similares al menos en un 50% al *Contexto Afectivo* actual. De entre los 9 *Átomos* encontrados, el sistema elige al azar el siguiente:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	-1
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir) COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	3

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de los ESCRITORIOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
COLOR
Usar el contrastante al principal de la habitación
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Disminuir la Tdi

Tabla 4.6: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.14 imagen a) podemos ver la representación gráfica del *Contexto Afectivo*3 con las variables que son iguales al *Átomo* elegido marcadas en verde. En la figura 4.14 imagen b) podemos ver la representación gráfica del *Átomo* elegido.

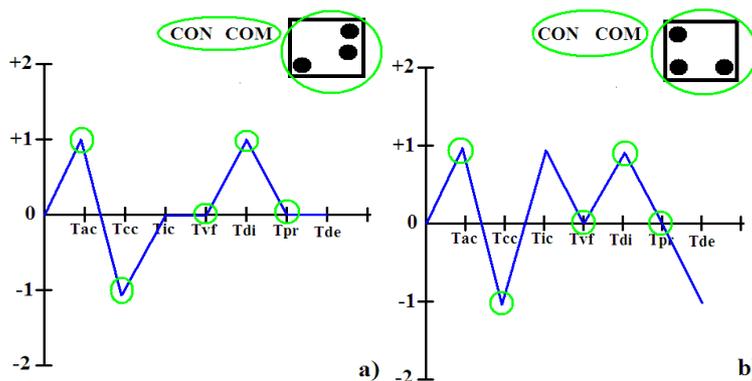


Fig. 4.14: Match del 77% entre el *Contexto Afectivo*3 y el *Átomo* elegido.

El sistema ejecuta la *Acción Generalizada* asociada al *Átomo* elegido:

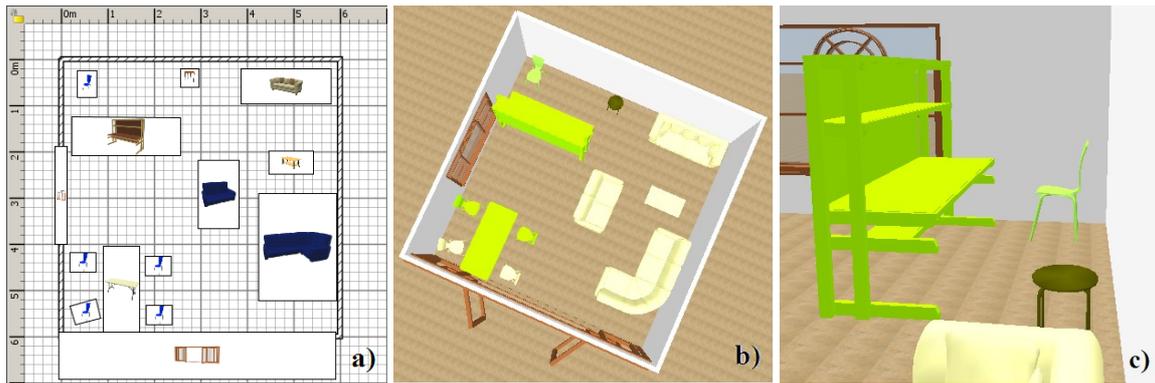


Fig. 4.15: Ejecución de la *Acción Generalizada* del *Átomo* elegido.

La *Acción Generalizada* indica la inserción de un mueble del grupo de los Escritorios y dos muebles del grupo de las Sillas, Butacas y Bancos.

El color del grupo, verde en este caso, fue elegido por que la *Acción Generalizada* pide colorear el grupo del color contrastante al más usado en la habitación. El color más usado en la habitación es el Blanco, el resto de colores en la habitación (Amarillo y Verde) son considerados semi-contrastantes al Blanco. Por lo tanto se elige al azar uno de estos dos colores. En este caso, el Verde fue el elegido.

La *Acción Generalizada* indica que se debe colocar el grupo de tal forma que se disminuya la Tdi. Por esto se coloca en un punto de presión que puede complementar a aquellos puntos de presión que están haciendo que la habitación este un poco desequilibrada.

Reflection comienza.

El sistema inicializa las rutinas de revisión y acomodo de *Reflection*.

1. Organización: El sistema inicia la rutina de organización del espacio del grupo insertado. Con esto el sistema comienza a modificar la posición y la orientación de cada pieza de mobiliario poco a poco para formar un grupo más compacto. Tres de los varios pasos de este proceso son mostrados en la figura 4.16:

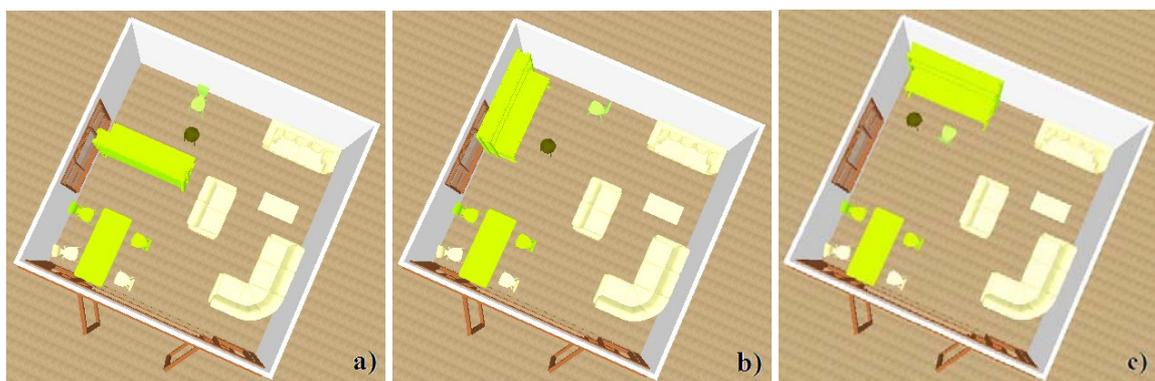


Fig. 4.16: Proceso de organización.

2. Homogeneización: El sistema inicia la rutina de homogeneización del tipo de mobiliario del grupo insertado. En este caso hay dos elementos del grupo de las Sillas, Butacas y Bancos, el sistema tomará a uno de ellos como referencia y convertirá al otro al mismo modelo. En la figura 4.17 se muestra el proceso de homogeneización.

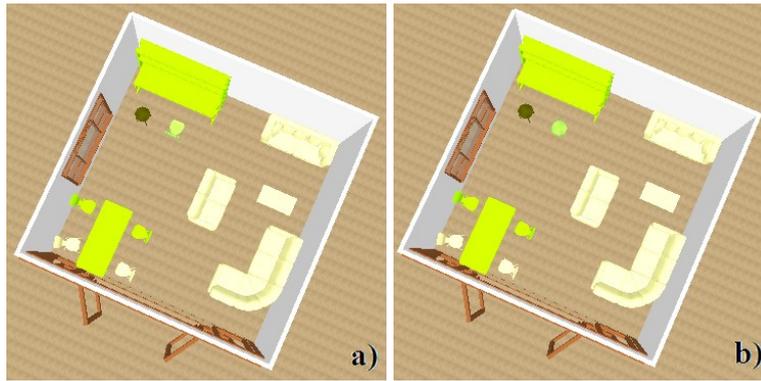


Fig. 4.17: El proceso de homogeneización de mobiliario.

3. Uniformar el color: El sistema inicia la rutina de uniformar el color en el mobiliario del grupo insertado. El sistema elige al azar uno de los 3 muebles que componen el grupo y lo toma como referencia. El sistema modificará el resto de los elementos del grupo para que adopten el mismo color que el elemento referencia. El proceso de Uniformar el color del grupo insertado es mostrado en la figura 4.18:

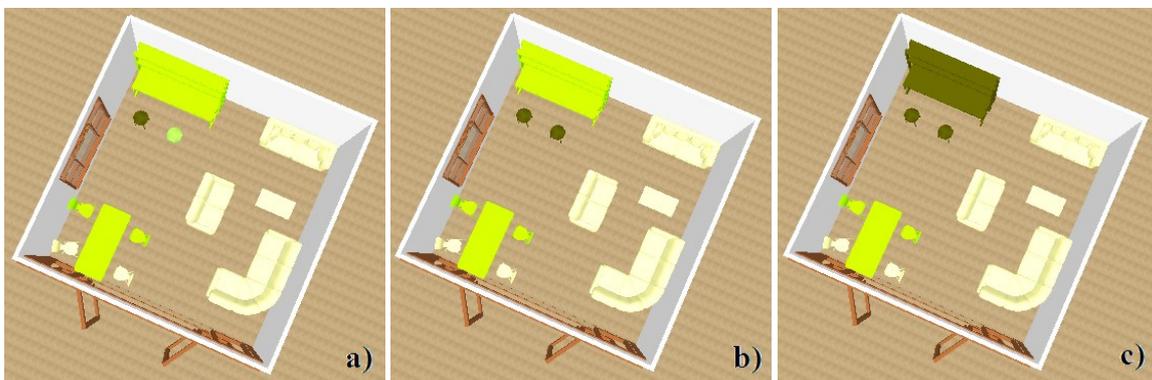


Fig. 4.18: Proceso de Uniformar el color del grupo.

4. Ligas de Color: El sistema inicia la rutina de creación de ligas de color. Existe un 50% de probabilidad que esta rutina se lleve a cabo. En este caso el sistema determina que sí debe ser llevada a cabo. El sistema elige al azar uno de los muebles de los otros 3 grupos de la habitación para que sea referencia. Los muebles del grupo recién insertado adoptarán el color del mueble referencia con una probabilidad del 25%. En la figura 4.19 se muestra que el mueble elegido como referencia fue una de las sillas del comedor en SO y el único mueble que adoptó el color fue el escritorio en NO:

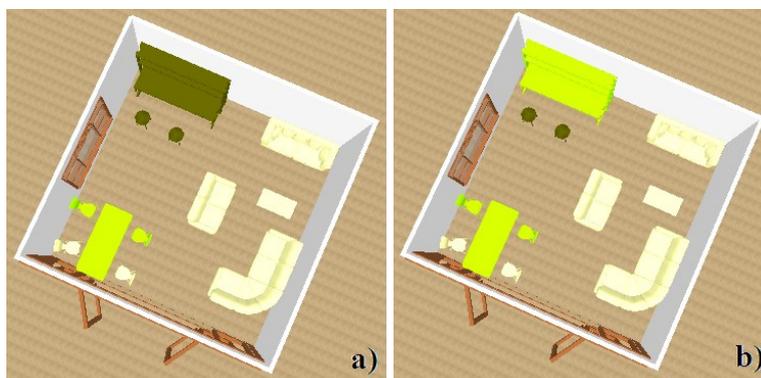


Fig. 4.19: Proceso de creación de la ligadura de color.

Con esta última rutina termina el ciclo *Reflection*.

El sistema actualiza el contexto y genera el *Contexto Afectivo4*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	-1
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	0
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir) COM (Comer) TRA (Trabajar)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	4

Tabla 4.7: *Contexto Afectivo4*.

La Tac tiene valor +1 (semi-armónico) porque los tres colores existentes en la habitación (Blanco, Amarillo y Verde) son considerados semi-armónicos (Los colores neutros están a un espacio de distancia del resto de los colores en el círculo cromático, el Verde y el Amarillo son contiguos en el círculo cromático).

La Tcc Tiene valor de -1 (semi-monótono) porque los muros y los muebles tienen la misma intensidad de color (Claro) pero sus colores son distintos (Blanco, Amarillo y Verde).

La Tic tiene valor de 0 porque la intensidad de color predominante en la habitación es la de colores Claros.

La Tvf tiene valor de 0 porque la mayoría de los muebles que hay en la habitación tienen su grado de funcionalidad íntegro. El único elemento que presenta bloqueo en uno de sus lados es la Mesa en SO que tiene bloqueado su lado Sur por el muro de la puerta, pero esto no es lo suficientemente significativo como para elevar la tensión de valor funcional.

La Tdi tiene valor de +1 (Regular) porque existe un punto de presión activos por el grupo de sala que no es complementado (E).

La Tpr tiene valor de 0 porque, de los 12 muebles que hay en la habitación, solo la mesa y sofá en “L” están a menos de 10 cm. de distancia del muro Sur y del muro Este respectivamente. Esto quiere decir que solo el 16% del mobiliario está muy próximo. 16% no es suficiente para que la tensión por proximidad suba a +1.

La Tde tiene valor de 0 (Equilibrado) porque los muebles que se encuentran en la habitación ocupan ya el 32% del área.

El Objetivo Funcional de la habitación es el de Convivir (CON), el de Comer (COM) y el de Trabajar (TRA). Esto es por que hay muebles de sala, de comedor y de oficina en el espacio.

El número de grupos en la habitación es 4.

Engagement comienza.

El sistema encuentra 9 *Átomos* que son similares al menos en un 50% al *Contexto Afectivo* actual. De entre los 9 *Átomos* encontrados, el sistema elige al azar el siguiente:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	-1
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	0

Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	+1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir) COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	4

ACCIÓN ASOCIADA

TERMINAR EL DISEÑO

Tabla 4.8: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.20 imagen a) podemos ver la representación gráfica del *Contexto Afectivo4* con las variables que son iguales al *Átomo* elegido marcadas en verde. En la figura 4.20 imagen b) podemos ver la representación gráfica del *Átomo* elegido.

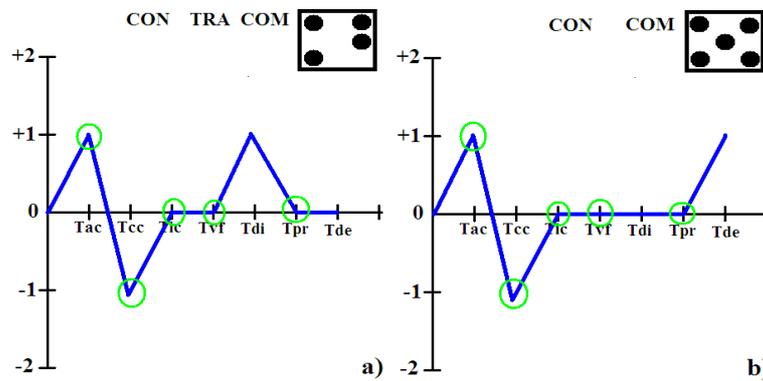


Fig. 4.20: Match del 55% entre el *Contexto Afectivo4* y el *Átomo* elegido.

La *Acción Generalizada* indica que se debe terminar el diseño. Por lo tanto, el diseño se concluye y termina como se muestra en la figura 4.21:

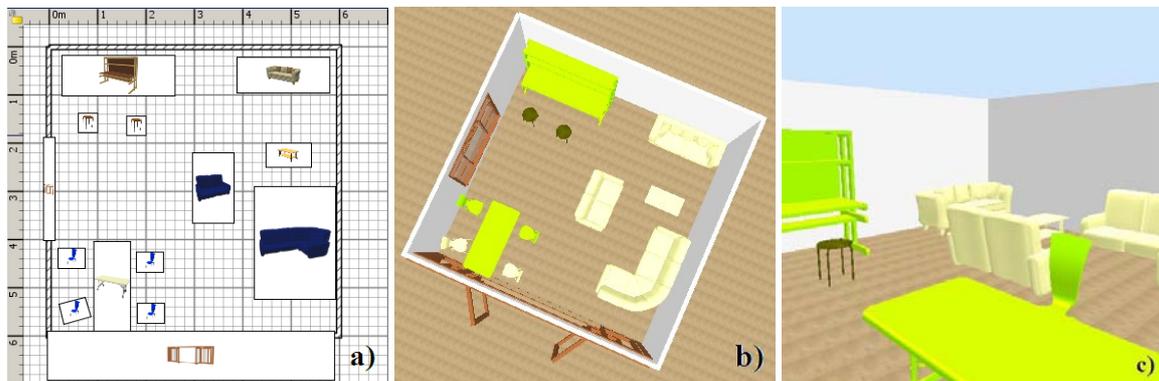


Fig. 4.21: Ejecución de la *Acción Generalizada* del *Átomo* elegido.

El diseño es considerado terminado.

4.3 Ejemplos con la variable ACAS modificada.

La constante ACAS es el porcentaje de semejanza que deben tener los *Átomos* y el *Contexto Afectivo* actual para que sean tomados en cuenta. La *Acción* para continuar con el diseño será la que esté asociada con el *Átomo* elegido.

La constante ACAS tiene la facultad de aumentar o disminuir la novedad en los diseños resultados.

Una constante ACAS exigente (mayor al 75%) encontrará menos *Átomos* que sean semejantes con el *Contexto Afectivo* actual. Esto derivará en pocas opciones de continuar con el diseño y a su vez en diseños muy parecidos a los ingresados en la Base de Conocimientos del sistema. Además, una constante ACAS exigente dará como resultado diseños muy parecidos a los diseños de los expertos, ya que la exigencia de la constante ACAS no le da espacio al programa para jugar con posibilidades inéditas.

Una constante ACAS tolerante (menor al 30%) encontrará muchos *Átomos* que sean semejantes con el *Contexto Afectivo* actual. Esto derivará en muchas opciones para continuar con el diseño y a su vez en diseños muy diferentes a los registrados en la memoria del sistema. Además, una constante ACAS tolerante dará como resultado diseños poco coherentes con la esencia de los diseños de los expertos, ya que la tolerancia de la constante ACAS le da mucho espacio al programa para jugar con posibilidades inéditas, concluyendo con diseños muy alocados.

En la figura 4.22 podemos observar una gráfica que ejemplifica el comportamiento de la constante ACAS. En esta gráfica se muestra el tipo de resultados que se obtendrían en el programa dependiendo el valor de la constante ACAS.

Mientras más Novedoso sea un diseño, también corre el riesgo de ser muy distinto a lo establecido y considerarse alocado.

Mientras más coherente con lo establecido sea un diseño, también corre el riesgo de no ser novedoso.

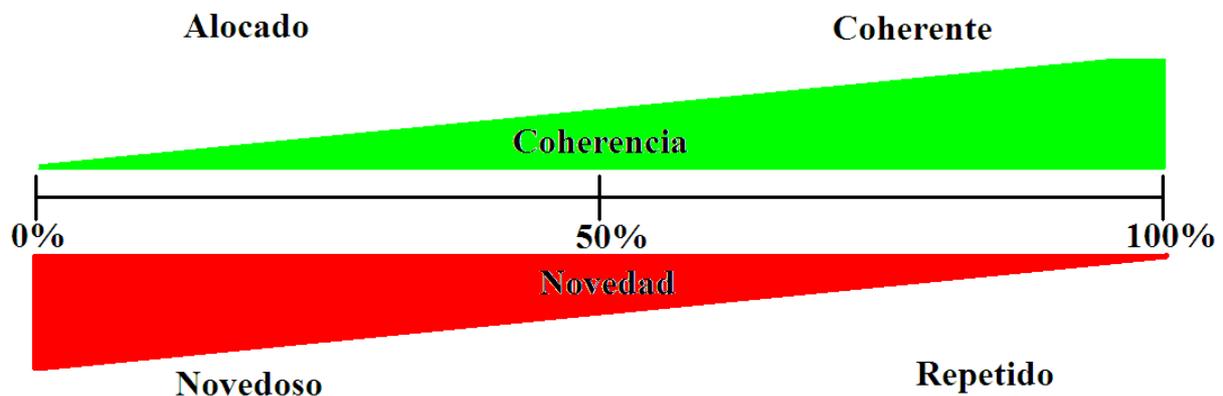


Fig. 4.22: Comportamiento de la constante ACAS.

En el ejemplo detallado en la parte anterior de este capítulo se mantuvo la constante ACAS al 50%. Con esto se asegura que el diseño guardará un equilibrio entre el nivel de novedad y el nivel de coherencia.

En esta parte del presente capítulo mostraremos dos experimentos modificando la constante ACAS para probar su comportamiento. En el primero de ellos pondremos la constante ACAS al 30%. En el segundo de ellos pondremos la constante ACAS al 85%.

Constante ACAS al 30%.

El estado inicial propuesto por el usuario se muestra en la figura 4.23:

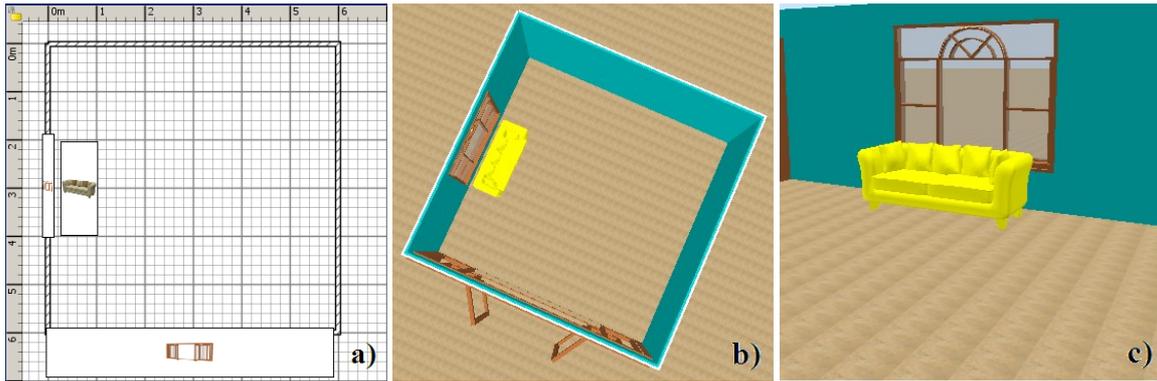


Fig. 4.23: Estado inicial propuesto por el usuario para el experimento ACAS a 30%.

El estado inicial del usuario genera el siguiente *Contexto Afectivo1*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-2
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	1

Tabla 4.9: *Contexto Afectivo1* ACAS 30%.

En el primer ciclo de *Engagement* el sistema encuentra 12 *Átomos* que son similares al *Contexto Afectivo1* en al menos el 30%. De esos 12 *Átomos* el sistema elige al azar el siguiente:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	0
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	-1
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	0
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir) COM (Comer) DES (Descansar)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	4

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de las MESITAS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
COLOR
Usar el color más usado en el mobiliario.
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Disminuir la Tdi

Tabla 4.10: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.24 se muestran los gráficos del *Contexto Afectivo1* y del *Átomo* elegido:

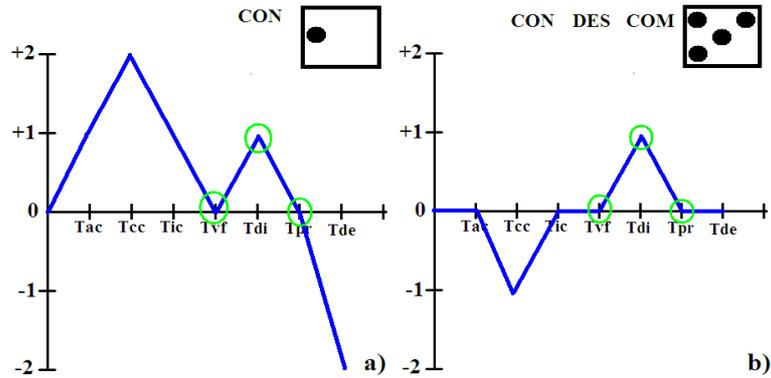


Fig. 4.24: Gráfico del *Contexto Afectivo1* y el *Átomo* elegido. 33% de parecido.

La *Acción Generalizada* asociada al *Átomo* elegido es ejecutada junto con su respectivo ciclo de *Reflection*. En la figura 4.25 se puede ver el resultado:

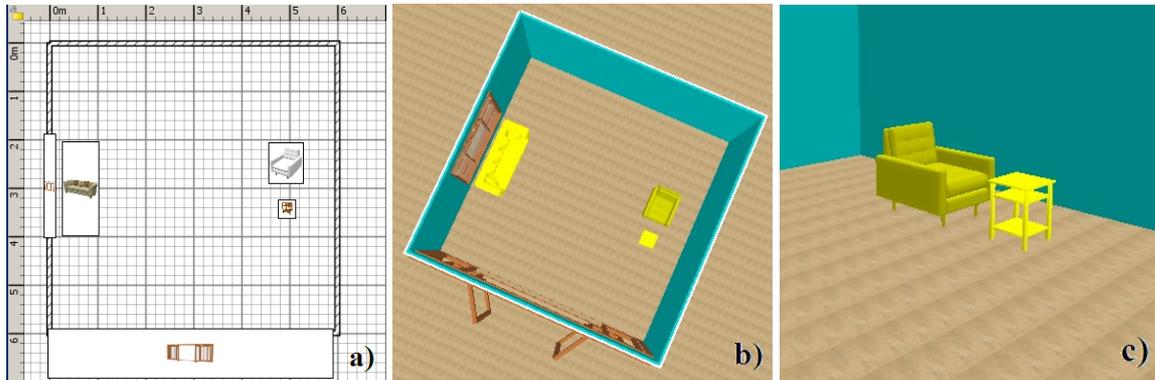


Fig. 4.25: Resultado de la ejecución de la *Acción Generalizada* y el ciclo de *Reflection*.

Se actualiza el *Contexto Afectivo2*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	0
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-2
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	2

Tabla 4.11: *Contexto Afectivo2* ACAS 30%.

En el segundo ciclo de *Engagement* el sistema encuentra 22 *Átomos* que son similares al *Contexto Afectivo2* en al menos el 30%. De esos 22 *Átomos* el sistema elige al azar el siguiente:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1

Tensión de Contraste de Color (Tcc)	-1
Tensión de Impresión de Color (Tic)	0
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	0
Tensión por Proximidad (Tpr)	+1
Tensión por Densidad (Tde)	-1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir) TRA (Trabajar)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	2

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de las CAMAS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
COLOR
Usar un color distinto al más usado en la habitación, distinto al más usado en el mobiliario y distinto al usado en los muros.
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Aumentar la Tdi

Tabla 4.12: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.26 se muestran los gráficos del *Contexto Afectivo2* y del *Átomo* elegido:

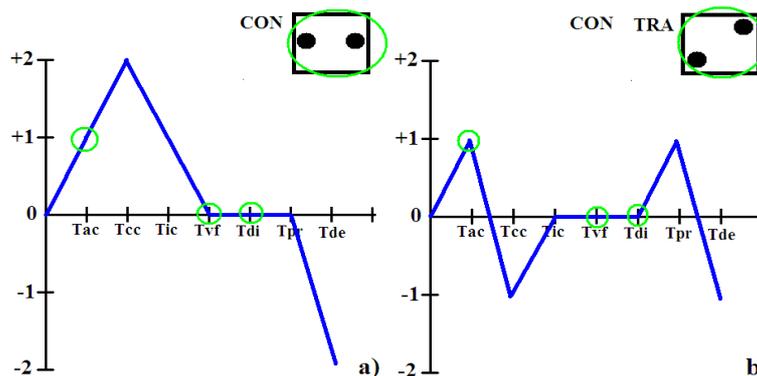


Fig. 4.26: Gráfico del *Contexto Afectivo2* y el *Átomo* elegido. 44% de parecido.

La *Acción Generalizada* asociada al *Átomo* elegido es ejecutada junto con su respectivo ciclo de *Reflection*. En la figura 4.27 se puede ver el resultado:

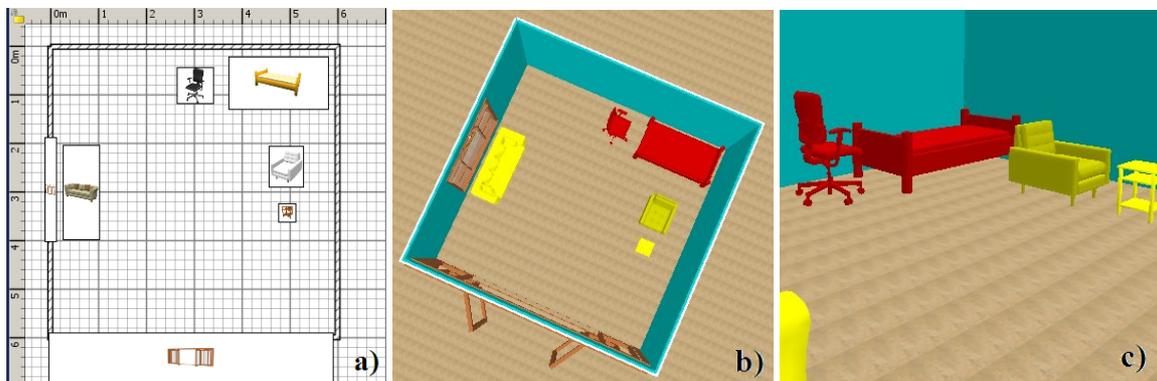


Fig. 4.27: Resultado de la ejecución de la *Acción Generalizada* y el ciclo de *Reflection*.

Se actualiza el *Contexto Afectivo3*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
-----------------------------	--------------

Tensión de Armonía de Color (Tac)	+2
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	+1
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir) DES (Descansar)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	3

Tabla 4.13: Contexto Afectivo3 ACAS 30%.

En el tercer ciclo de *Engagement* el sistema encuentra 18 *Átomos* que son similares al *Contexto Afectivo3* en al menos el 30%. De esos 18 *Átomos* el sistema elige al azar el siguiente:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+2
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+1
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	+1
Tensión por Densidad (Tde)	+1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir) TRA (Trabajar) COM (Comer) DES (Descansar)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	5

ACCIÓN ASOCIADA

TERMINAR DISEÑO

Tabla 4.14: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.28 se muestran los gráficos del *Contexto Afectivo3* y del *Átomo* elegido:

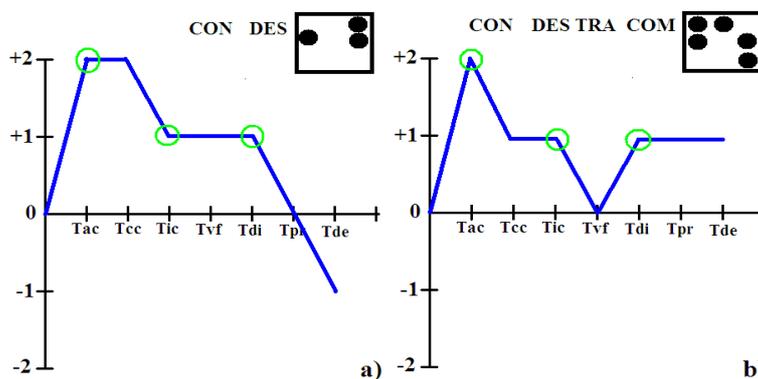


Fig. 4.28: Gráfico del *Contexto Afectivo3* y el *Átomo* elegido. 33% de parecido.

La *Acción Generalizada* asociada al *Átomo* elegido es ejecutada junto con su respectivo ciclo de *Reflection*. El diseño se termina y queda de la forma mostrada en la figura 4.29:

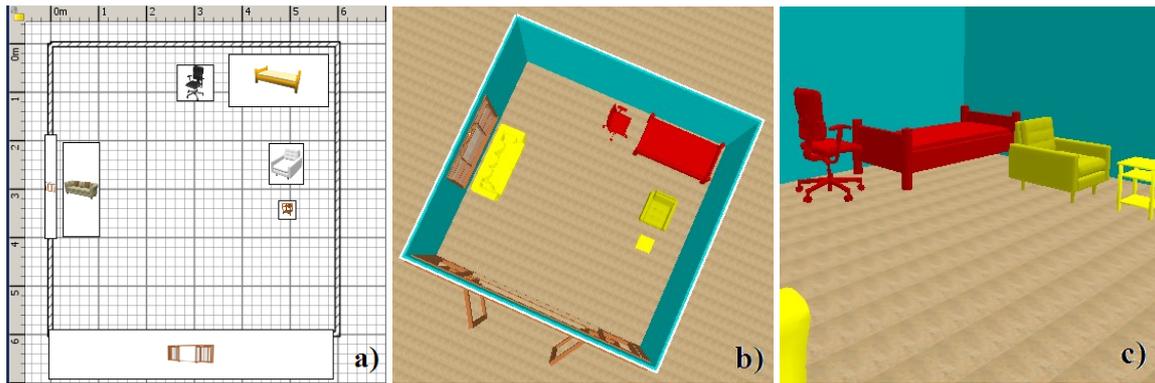


Fig. 4.29: Diseño final con el ACAS a 30%.

La tolerancia de la constante ACAS permitió que el sistema encontrara y eligiera *Átomos* que no tenían parecido esencial con el contexto que se estaba evaluando.

El diseño concluyó con una tensión de densidad de mobiliario negativa (pocos muebles) y con una tensión de distribución positiva (muchos espacios vacíos). Da la impresión de que su culminación fue prematura.

El diseño no es definitivamente parecido a ninguno de los diseños de los expertos guardados como conocimiento previo en la memoria del sistema.

La composición es novedosa, pero también es demasiado fuera de lo común.

Constante ACAS al 85%.

Proponemos el mismo estado inicial que en el ejercicio con ACAS a 30% para que las condiciones sean las mismas. El estado inicial se muestra en la figura 4.30:

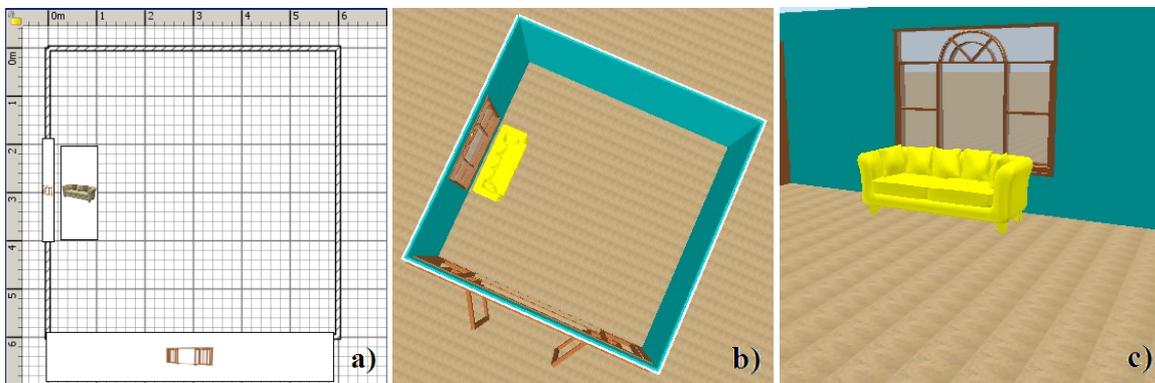


Fig. 4.30: Estado inicial propuesto por el usuario para el experimento ACAS a 90%.

El estado inicial del usuario genera el siguiente *Contexto Afectivo*1:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-2
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir)

NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	1

Tabla 4.15: Contexto Afectivo1 ACAS 90%.

En el primer ciclo de *Engagement* el sistema encuentra 3 *Átomos* que son similares al *Contexto Afectivo1* en al menos el 85%. De esos 3 *Átomos* el sistema elige al azar el siguiente:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-2
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	1

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de las MESAS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
COLOR
Usar el color de los muros.
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Disminuir la Tdi

Tabla 4.16: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.31 se muestran los gráficos del *Contexto Afectivo1* y del *Átomo* elegido:

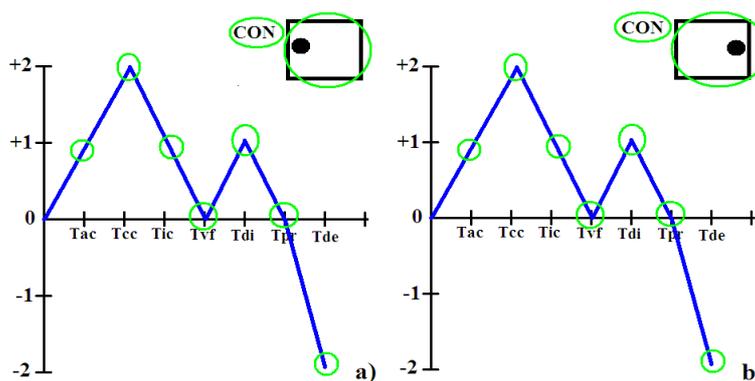


Fig. 4.31: Gráfico del *Contexto Afectivo1* y el *Átomo* elegido. 100% de parecido.

La *Acción Generalizada* asociada al *Átomo* elegido es ejecutada junto con su respectivo ciclo de *Reflection*. En la figura 4.32 se puede ver el resultado:

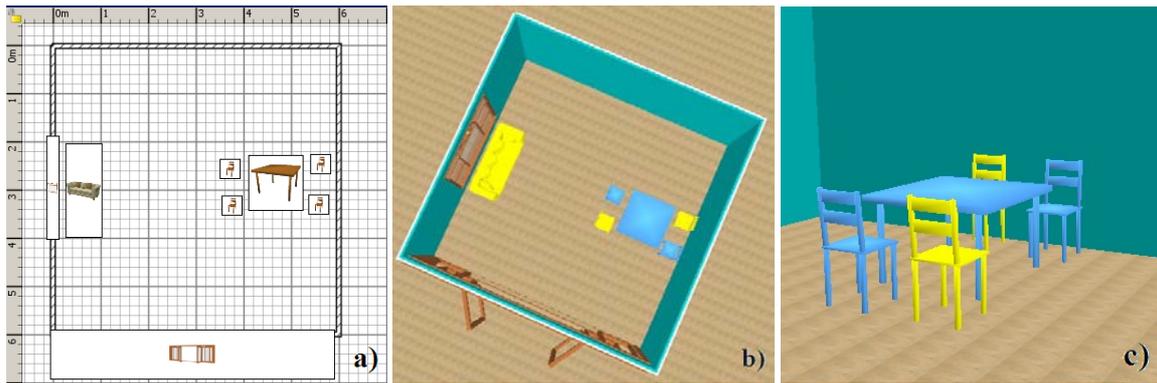


Fig. 4.32: Resultado de la ejecución de la *Acción Generalizada* y el ciclo de *Reflection*.

Se actualiza el contexto y se crea el *Contexto Afectivo2*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	0
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-2
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir), COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	2

Tabla 4.17: *Contexto Afectivo2* ACAS 90%.

En el segundo ciclo de *Engagement* el sistema encuentra 2 *Átomos* que son similares al *Contexto Afectivo2* en al menos el 85%. De esos 2 *Átomos* el sistema elige al azar el siguiente:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	0
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir), COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	2

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de las MESITAS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
* Elemento del grupo de las SILLAS, BUTACAS Y BANCOS
COLOR
Usar el color más usado en el mobiliario.
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Aumentar la Tdi

Tabla 4.18: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.33 se muestran los gráficos del *Contexto Afectivo2* y del *Átomo* elegido:

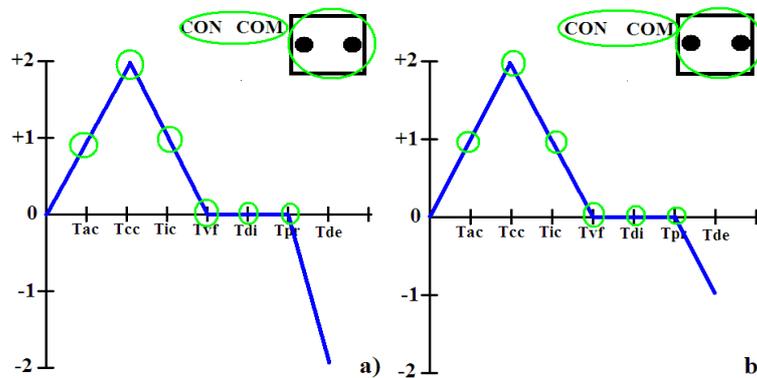


Fig. 4.33: Gráfico del *Contexto Afectivo1* y el *Átomo* elegido. 88% de parecido.

La *Acción Generalizada* asociada al *Átomo* elegido es ejecutada junto con su respectivo ciclo de *Reflection*. En la figura 4.34 se puede ver el resultado:

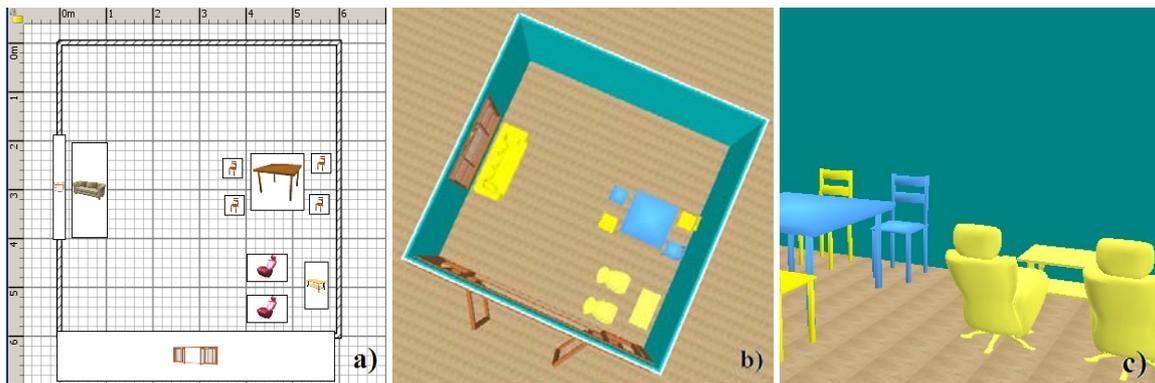


Fig. 4.34: Resultado de la ejecución de la *Acción Generalizada* y el ciclo de *Reflection*.

Se actualiza el contexto y se crea el *Contexto Afectivo3*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir), COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	3

Tabla 4.19: *Contexto Afectivo3* ACAS 90%.

En el tercer ciclo de *Engagement* el sistema encuentra 1 *Átomo* que es similar al *Contexto Afectivo3* en al menos el 85%. Por lo tanto se elige ese *Átomo*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
-----------------------------	--------------

Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+1
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir), COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	3

ACCIÓN ASOCIADA

INSERTAR GRUPO
* Elemento del grupo de los ARMARIOS
COLOR
Usar un color diferente al más usado en la habitación, diferente al más usado en los muebles y diferente al usado en los muros.
INTENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Aumentar la Tdi

Tabla 4.20: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.35 se muestran los gráficos del *Contexto Afectivo3* y del *Átomo* elegido:

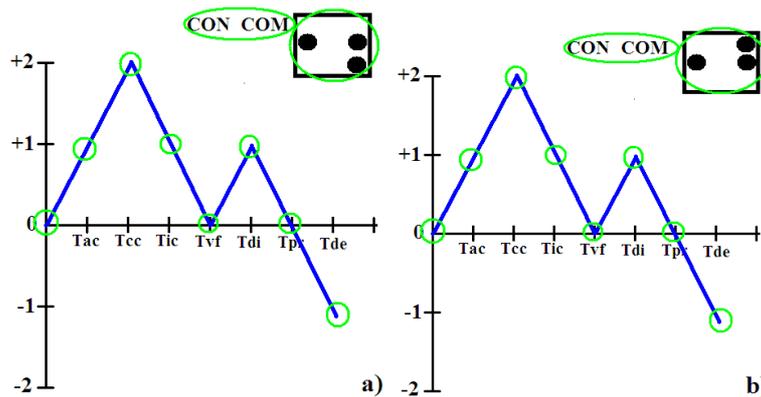


Fig. 4.35: Gráfico del *Contexto Afectivo3* y el *Átomo* elegido. 100% de parecido.

La *Acción Generalizada* asociada al *Átomo* elegido es ejecutada junto con su respectivo ciclo de *Reflection*. En la figura 4.36 se puede ver el resultado:

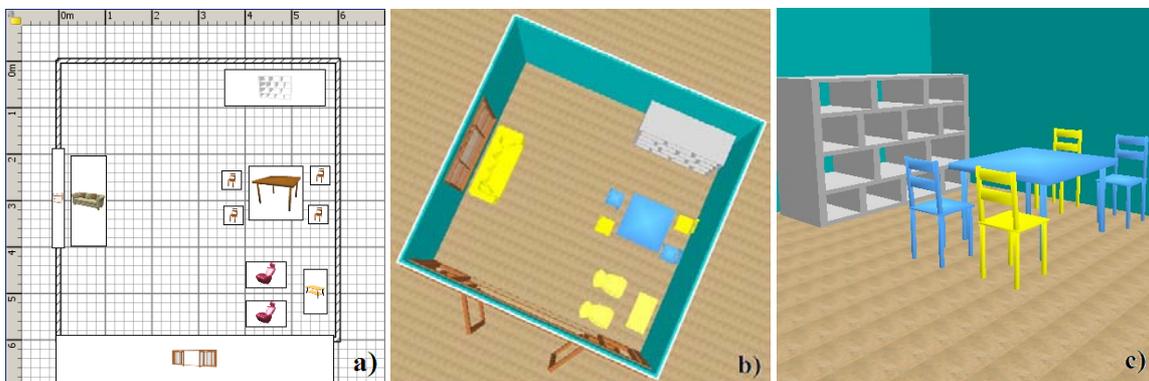


Fig. 4.36: Resultado de la ejecución de la *Acción Generalizada* y el ciclo de *Reflection*. Se actualiza el contexto y se crea el *Contexto Afectivo4*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+2
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	-1
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir), COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	4

Tabla 4.21: *Contexto Afectivo4* ACAS 90%.

En el cuarto ciclo de *Engagement* el sistema encuentra 1 *Átomo* que es similares al *Contexto Afectivo4* en al menos el 85%. Por lo tanto se elige ese *Átomo*:

TENSIONES AFECTIVAS.	Valor
Tensión de Armonía de Color (Tac)	+1
Tensión de Contraste de Color (Tcc)	+2
Tensión de Impresión de Color (Tic)	+1
Tensión de Valor Funcional (Tvf)	0
Tensión de Distribución (Tdi)	+2
Tensión por Proximidad (Tpr)	0
Tensión por Densidad (Tde)	0
OBJETIVO FUNCIONAL	Valor
Objetivo Funcional de la habitación (OFH)	CON (Convivir), COM (Comer)
NUMERO DE GRUPOS	Valor
Grupos por proximidad (GP)	4

ACCIÓN ASOCIADA

TERMINAR DISEÑO

Tabla 4.22: *Átomo* elegido para continuar con el diseño.

En la figura 4.37 se muestran los gráficos del *Contexto Afectivo4* y del *Átomo* elegido:

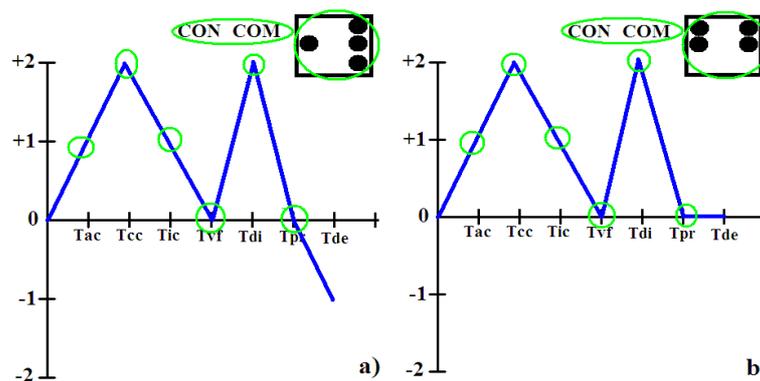


Fig. 4.37: Gráfico del *Contexto Afectivo4* y el *Átomo* elegido. 85% de parecido.

Como la *Acción Generalizada* indica terminar con el diseño, la composición es concluida como se muestra en la figura 4.38:

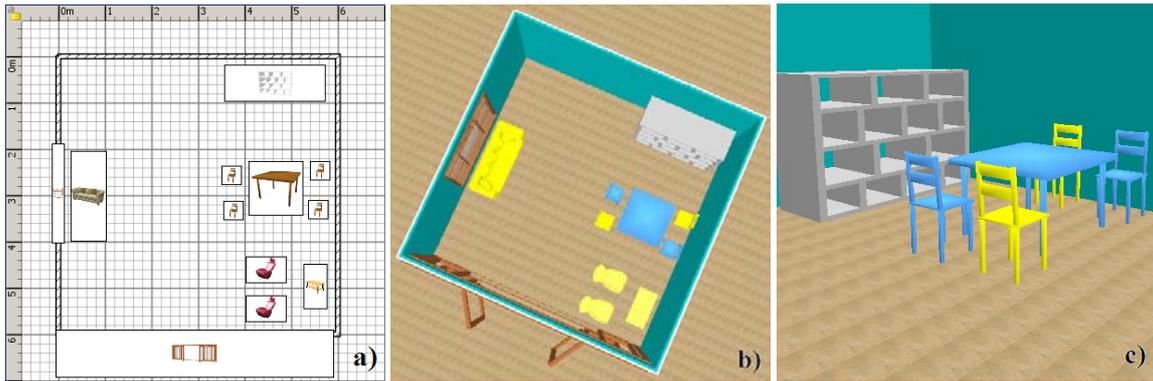


Fig. 4.38: Resultado de la ejecución de la *Acción Generalizada* y el ciclo de *Reflection*.

Para comprobar la teoría de que un ACAS elevado da como resultado un diseño estructuralmente parecido a algún ejemplo ya conocido por el sistema, buscamos en la memoria del conocimiento previo del sistema el *Átomo* que fue usado para finalizar el diseño y encontramos la composición que lo generó. La composición es, estructuralmente, idéntica al diseño resultado del proceso de DIER.

La composición encontrada tiene 4 grupos de muebles. Los 4 grupos tiene características similares a los 4 grupos del diseño resultante en DIER (muebles, localizaciones y relación de colores en el diseño).

El diseño que generó el *Átomo* final se puede ver en la figura 4.39:

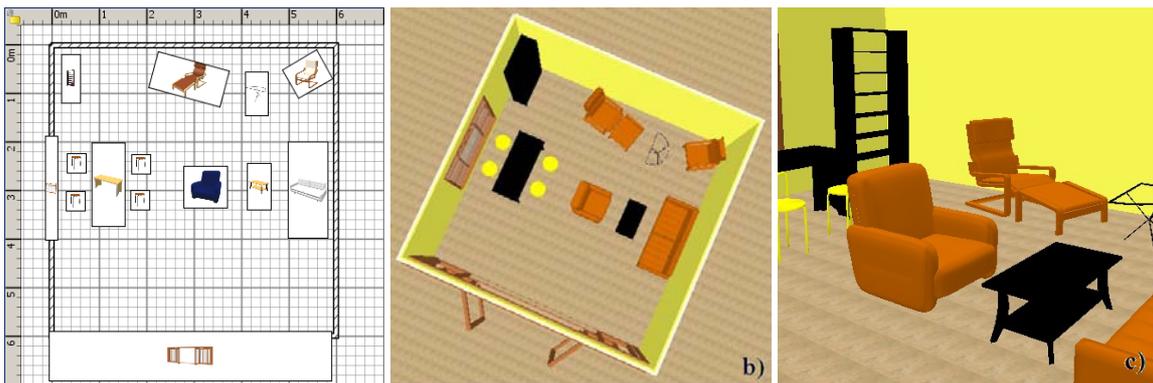


Fig. 4.39: El diseño que dio lugar al proceso de DIER con el ACAS al 85%.

A pesar de la diferencia de colores y tipos de muebles, ambos diseños comparten un parecido esencial en la forma en la que están estructurados.

La diferencias visuales aparentes se deben a que algunas decisiones son tomadas al azar por el sistema. Pero DIER está enfocado a generar estructuras novedosas. La generada en el ejemplo con el ACAS a 85% no es una estructura novedosa.

Entonces, el diseño resultado por DIER, desde el punto de vista estructural, no puede considerarse novedoso.

La composición es coherente, pero no es novedosa.

4.5 En resumen.

En este capítulo reafirmamos la explicación del proceso de generación de diseños por medio de la secuencia de ciclos *Engagement* y *Reflection* a través de un ejemplo detallado paso a paso.

Fue explicado el comportamiento de la constante ACAS que define que tan apegada a las reglas implícitas de diseño será la composición resultante en DIER.

Se mostraron también ejemplos de diseño con la constante ACAS modificada al 30% y al 85%. Con estos ejemplos demostramos los efectos de modificar el nivel de apego al estilo de los diseños en la memoria del sistema.

5.1 Introducción.

En el presente capítulo se describirá el proceso por el que fueron evaluados dos diseños de habitaciones creados por DIER al lado de un diseño creado por un ser humano experto en diseño de interiores.

En la primera parte del capítulo se muestra el proceso de evaluación. Aquí se detalla el cuestionario que fue utilizado como herramienta y la población que fue ocupada para evaluar los resultados de DIER.

En la segunda parte del capítulo se muestran los resultados de esta evaluación.

5.2 Proceso de evaluación.

Decidimos que los diseños generados por DIER fueran evaluados por medio de un cuestionario en Internet aplicado a una muestra aleatoria de 50 personas.

5.2.1 El cuestionario de evaluación.

Antes de contestar el cuestionario que detallaremos a continuación, se les informó a las personas que el propósito del estudio es la evaluación de algunos aspectos de los diseños de interiores generados por humanos y por agentes computacionales.

El cuestionario se compone de una encuesta de opinión de cinco preguntas de respuesta de valoración, cada una de estas preguntas tiene una de cinco posibles respuestas. La encuesta es aplicada a tres diseños de interiores.

El cuestionario de evaluación muestra 3 diferentes vistas de cada una de tres representaciones de diseños de habitaciones generadas en la Interfaz 3D de DIER.

La habitación A fue generada por DIER con la constante ACAS al 50%.

En la figura 5.1 se ven las tres vistas de la habitación A mostradas en el cuestionario.



Fig. 5.1. La habitación A (DIER ACAS 50%).

La habitación B fue copiada de un libro de diseño de interiores. Esta habitación fue diseñada por un ser humano profesional en el campo del diseño de interiores. El diseño fue adaptado a las restricciones de la habitación de estudio.

En la figura 5.2 se ven las tres vistas de la habitación B mostradas en el cuestionario.



Fig. 5.2: La habitación B (Experto Humano).

La habitación C fue generada por DIER con la constante ACAS al 30%.

En la figura 5.3 se ven las tres vistas de la habitación C mostradas en el cuestionario.



Fig. 5.3: La habitación C (DIER ACAS 30%).

No se especifica en ninguna parte del cuestionario cuál de los diseños fue generados por un ser humano y cuál de los diseños fue generado por un agente computacional.

Por otro lado, el cuestionario sí especifica que algunas características de las habitaciones mostradas fueron predeterminadas por el equipo de investigación y que no podían ser modificadas:

- ✓ El tamaño de la habitación (6 x 6 mts.).
- ✓ La localización de la ventana.
- ✓ La localización de la puerta.
- ✓ El color y textura del piso.

Se indicó que las características determinadas por los diseñadores de las habitaciones fueron:

- ✓ El color de las paredes.
- ✓ El color del mobiliario.
- ✓ El tipo de mobiliario utilizado.
- ✓ La posición de cada pieza de mobiliario.
- ✓ La orientación de cada pieza de mobiliario.

Se indicó también que el uso de elementos decorativos relativamente pequeños como plantas, jarrones y cuadros no estaban permitidos en esta etapa de los diseños.

Para cada una de las habitaciones se colocaron las siguientes 5 preguntas con la posibilidad de elegir una de 5 posibles respuestas en escala (1 es el más bajo y 5 es el más alto):

1.- ¿Te gustan los colores empleados en la habitación (tomando en cuenta solo las paredes y los muebles)?

1 Para nada 2 No 3 Más o menos 4 Sí 5 Mucho

2.- ¿Te gusta la distribución de los muebles en la habitación?

1 Para nada 2 No 3 Más o menos 4 Sí 5 Mucho

3.- ¿Consideras que los elementos que componen la habitación (solo paredes y muebles) combinan armoniosamente unos con otros?

1 Para nada 2 No 3 Más o menos 4 Sí 5 Mucho

4.- ¿Te sentirías cómodo si tuvieras que usar esta habitación?

1 Para nada 2 No 3 Más o menos 4 Sí 5 Mucho

5.- ¿Dirías que esta habitación es original?

1 Para nada 2 No 3 Más o menos 4 Sí 5 Mucho

Además, el cuestionario le pide al encuestado que elija una de 5 posibilidades para determinar quién, a su criterio, realizó el diseño de la habitación evaluada.

- 1.- Una persona que diseña interiores por recreación.
- 2.- Un estudiante de diseño interior.
- 3.- Un estudiante avanzado de diseño interior.
- 4.- Un profesional del diseño de interiores.
- 5.- Un profesional reconocido del diseño de interiores.

Al final de la evaluación de cada habitación, el cuestionario incluye un espacio para escribir comentarios libres acerca de cada habitación.

En la última parte del cuestionario, se le pide al encuestado que acomode a las habitaciones acorde con la preferencia personal que tiene por cada una en una escala simple de:

- ✓ La mejor para mí
- ✓ La de en medio para mí
- ✓ La peor para mí

La hipótesis es que la habitación B (generada por un diseñador de interiores humano experto) debería ser la mejor colocada en la preferencia de las personas, la habitación A (generada por DIER con un ACAS al 50%) debería ser la segunda colocada y la habitación B (generada por DIER con un ACAS al 30%) debería ser la tercera colocada.

5.2.2 Los sujetos para la evaluación.

El cuestionario descrito fue respondido por 50 personas de 6 diferentes países.

- ✓ 37 Mexicanos
- ✓ 5 Británicos
- ✓ 3 Alemanes
- ✓ 2 Españoles
- ✓ 1 Francés
- ✓ 1 Colombiano
- ✓ 1 Nacionalidad desconocida.

En la gráfica de la figura 5.4 se aprecia la distribución de las 50 personas que contestaron el cuestionario por su país de origen.

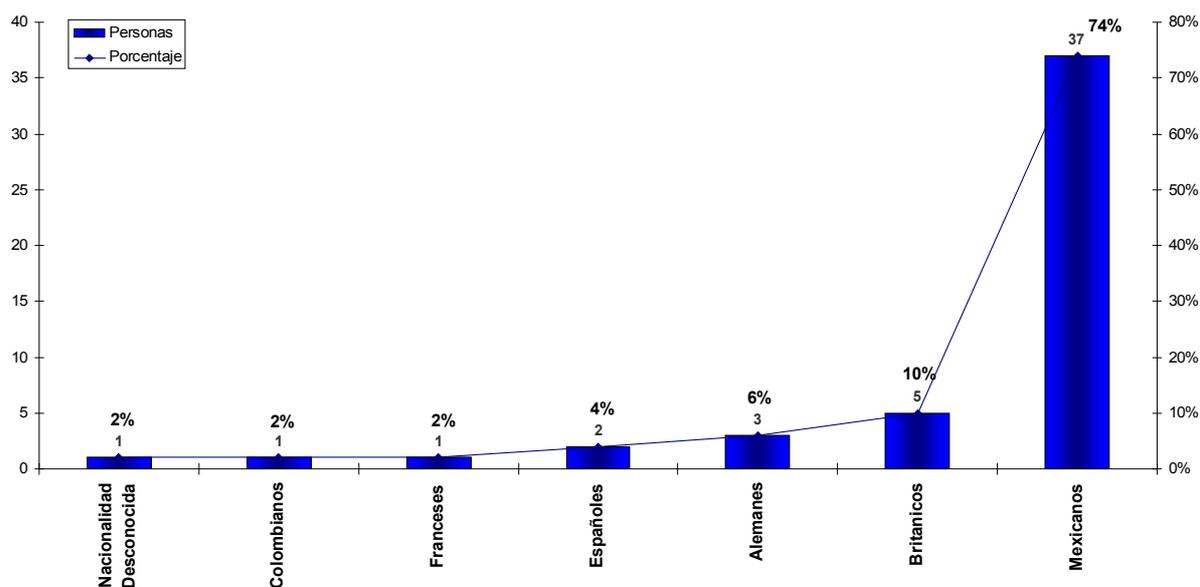


Fig. 5.4: Distribución de los encuestados por nacionalidad.

El promedio de edad de los participantes es de 36.39 años (el más joven tiene 21 años y el más viejo tiene 68 años). 72% de los encuestados son Mujeres (36 personas) y 28% son Hombres (14 personas).

5.3 Resultados de la evaluación.

Para obtener una medición del resultado de las primeras 5 preguntas con las que se evalúa cada una de de las habitaciones se obtuvo el promedio de los resultados de los 50 cuestionarios.

Los promedios de las respuestas fueron los siguientes:

PREGUNTAS	Habitación A (DIER ACAS 50%)	Habitación B (Experto Humano)	Habitación C (DIER ACAS 30%)
Pregunta 1 – Colores	2.40	2.14	1.82
Pregunta 2 – Distribución	2.87	2.72	1.77
Pregunta 3 – Armonía	3.13	2.90	1.79
Pregunta 4 – Confort	2.75	2.52	1.91
Pregunta 5 – Originalidad	2.28	2.55	2.26

Tabla 5.1: Promedios de los resultados de las 5 primeras preguntas.

En la figura 5.5 se muestra la forma gráfica de la Tabla 5.1. El eje horizontal de la gráfica representa los 5 puntos evaluados. Eje vertical de la gráfica representa los promedios de las evaluaciones otorgadas por los 50 sujetos.

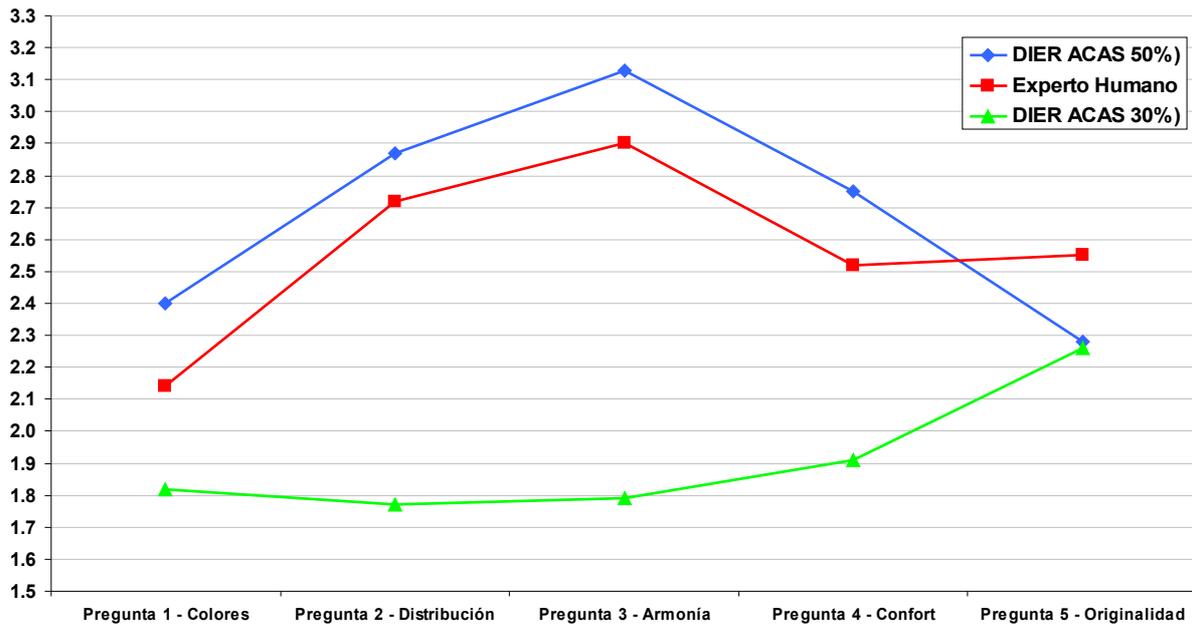


Fig. 5.5: Gráfica de los resultados obtenidos para las 5 primeras preguntas por cada habitación.

Como era de esperarse, la habitación C (DIER ACAS 30%) obtuvo las calificaciones más bajas en los 5 aspectos de evaluación. Las habitaciones A (DIER ACAS 50%) y B (Experto Humano) obtuvieron calificaciones similares.

La habitación A obtuvo mejores calificaciones que la habitación B en todos los aspectos a excepción de la originalidad en donde la habitación B superó a la habitación A.

La habitación B fue percibida como la más original sobre las otras dos habitaciones.

A pesar de que la habitación A fue ligeramente mejor evaluada que la habitación B, no creemos que sea posible concluir que el diseño de interiores computacional creado por DIER es mejor que el diseño creado por el humano experto en diseño interior. Quizás, el problema real de las calificaciones bajas de la habitación B radica en que nosotros no fuimos lo suficientemente efectivos en realizar la tarea de representar la habitación creada por un ser humano en términos computacionales.

Sin embargo, el hecho de que la habitación A haya tenido resultados similares a los de la habitación B es muy alentador. Esto nos hace pensar que estamos en el camino correcto.

Por otro lado, la comparación entre los resultados de la habitación A y la habitación C nos permite observar la importancia de la constante ACAS para el funcionamiento de DIER: Valores bajos en la constante ACAS producirán composiciones que serán percibidas como no-armónicas.

En cuanto a la habitación C, varios de los sujetos mencionaron que les disgustaron los colores empleados en este diseño. La habitación C también fue desfavorecida en las calificaciones de selección y distribución del mobiliario (Éstos puntos de vista fueron encontrados en los espacios libres para comentarios). Como consecuencia de estos resultados, la habitación C fue calificada como no-confortable. Podemos concluir que valores bajos en la constante ACAS pueden generar diseños pobres.

Cuando la constante ACAS se coloca en un nivel equilibrado (50%), el sistema produce sus mejores diseños. Por otro lado, cuando la constante ACAS se coloca en un valor muy alto (cercano al 100%) produce diseños muy parecidos estructuralmente a los contenidos en la Base de Conocimientos del sistema (como se mostró en el capítulo 4). Estos resultados, con relación a la constante ACAS, coinciden con los reportados en Pérez y Pérez (2007) en México, el generador automático de historias basado en el modelo *Engagement and Reflection*.

Con respecto a la pregunta en donde los sujetos elegían, según su criterio, el tipo de persona que habría generado el diseño de la habitación evaluada, los resultados fueron los siguientes:

Tipo de Persona	Habitación A (DIER ACAS 50%)	Habitación B (Experto Humano)	Habitación C (DIER ACAS 30%)
Diseñador ocasional	26%	42%	68%
Estudiante de diseño	44%	32%	18%
Estudiante avanzado de diseño	20%	10%	8%
Profesional del diseño	8%	12%	6%
Profesional reconocido del diseño	2%	4%	0%

Tabla 5.2: Resultados de tipo de persona que diseño cada habitación.

En la figura 5.6 se puede apreciar la forma gráfica de los mismos resultados:

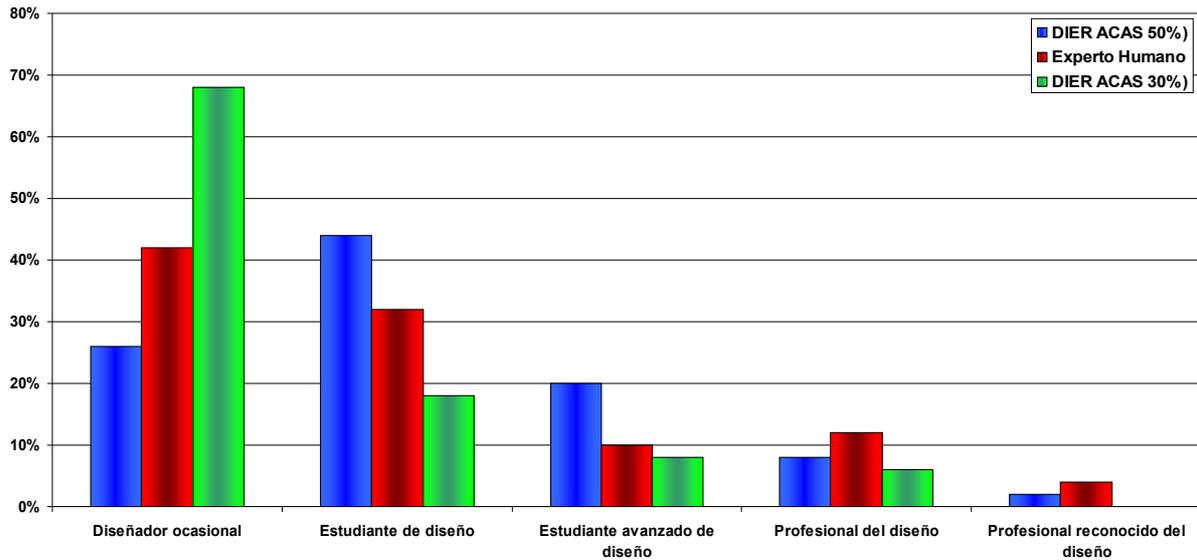


Fig. 5.6: Gráfica de los resultados del tipo de persona que diseñó cada habitación.

Dadas las restricciones del estudio y de la interfaz de diseño, no es sorprendente que la mayoría de los sujetos concluyeran que las tres habitaciones habían sido diseñadas por un diseñador ocasional o por un estudiante de diseño.

Hay una clara tendencia a identificar el diseño de la habitación A (DIER ACAS 50%) con el trabajo de un estudiante de diseño.

Sorprendentemente, más personas identificaron el diseño de la habitación B (Experto Humano) con el trabajo de un diseñador ocasional, aunque también una cantidad considerable identificó la habitación B con el trabajo de un estudiante de diseño. Sin embargo, la habitación B fue la única que fue considerada como el trabajo de un profesional del diseño por más del 10% de los participantes.

Por último, la mayor parte de los participantes identificaron el diseño de la habitación C (DIER ACAS 30%) con el trabajo de un diseñador ocasional.

De estos resultados podemos concluir que a pesar de que la habitación A fue identificada por más personas como el trabajo de un estudiante avanzado de diseño, la habitación B posee más características propias del trabajo de un profesional del diseño y de un profesional reconocido del diseño.

Además, con esto se demuestra que aun tenemos mucho que trabajar en la presentación y el nivel de detalle de los diseños. Las limitaciones de presentación de nuestro programa comprometen la percepción que los jueces humanos tienen sobre los diseños que se muestran.

En la parte del cuestionario que pide al encuestado que acomode las tres habitaciones en orden de preferencia de la mejor a la peor los resultados fueron los siguientes:

Calificación	Habitación A (DIER ACAS 50%)	Habitación B (Experto Humano)	Habitación C (DIER ACAS 30%)
Mejor	53%	39%	9%
Intermedia	37%	44%	19%
Peor	10%	17%	72%

Tabla 5.3: Resultados de las preferencias de las tres habitaciones.

En la figura 5.7 se muestra la gráfica con los resultados de la tabla 5.3. El eje horizontal representa la calificación otorgada a cada habitación, el eje vertical representa el porcentaje de personas.

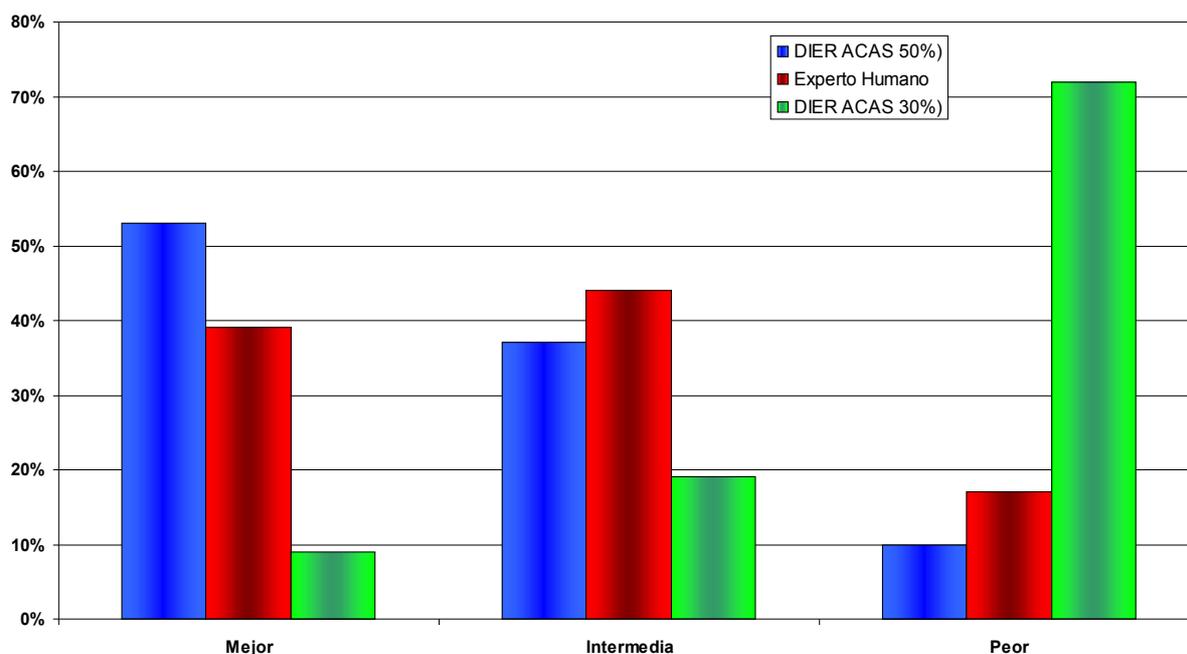


Fig. 5.7: Gráfico de preferencia de las tres habitaciones.

Como puede observarse, existe una correlación de estos resultados con los obtenidos en las preguntas del cuestionario.

La habitación A (DIER ACAS 50%) es la que obtuvo el mejor lugar en las preferencias de las personas, sin embargo, no hay una diferencia considerable con el nivel de preferencia que obtuvo la habitación B (Experto Humano).

En contraste, la habitación C (DIER ACAS 30%) sin lugar a dudas es la peor colocada en la preferencia de las personas encuestadas.

5.4 En resumen.

En este capítulo se mostró la evaluación de los resultados de DIER mediante un cuestionario contestado por 50 personas de diferentes nacionalidades, edades y sexos.

En el cuestionario se evaluaron tres diseños de habitaciones; la primera fue un diseño generado por DIER con ACAS a 50%, la segunda fue un diseño creado por un profesional del diseño de interiores humano adaptado al entorno de presentación de resultados de DIER, la tercera fue un diseño generado por DIER con una ACAS a 30%.

En general, la habitación mejor evaluada de las tres fue la generada por DIER con un ACAS al 50%. Sin embargo, los resultados obtenidos por la habitación creada por un profesional del diseño de interiores humano fueron muy similares a los obtenidos por la mejor evaluada. La poca diferencia en los resultados obtenidos por

un diseño generado en DIER y un diseño generado por un profesional humano nos alientan y al mismo tiempo nos indican que vamos por el camino correcto a una representación computacional más adecuada de un diseño.

6.1 Introducción.

En este capítulo se discutirá sobre las principales características del sistema, los resultados obtenidos por el modelo *Engagement and Reflection* frente a los modelos sub-simbólicos y las posibilidades de trabajo futuro sobre DIER

6.2 Sobre las características principales de DIER.

El propósito de la primera versión de DIER es evaluar si el modelo de creatividad computacional *Engagement and Reflection* puede ser útil para construir una versión computacional del proceso de diseño de interiores.

Esto requiere crear una adecuada representación del conocimiento necesario para el desarrollo de una composición de diseño interior que puede ser empleada por el modelo E-R.

Después de haber estudiado la forma en que los diseñadores crean sus composiciones e inspirados por la experiencia de estos mismos, propusimos una serie de reglas que determinan las características que son percibidas del ambiente por nuestro agente computacional.

Estas características son empleadas para construir estructuras del conocimiento llamadas Contextos Afectivos. Los Contextos Afectivos guían el proceso de generación de ideas en los ciclos *Engagement and Reflection*.

De esta manera, el *Contexto Afectivo* es una representación computacional del medio ambiente en términos de las tensiones y los grupos de elementos que componen una habitación.

Hasta donde sabemos, no hay una representación computacional del conocimiento para el diseño que sea similar a ésta.

DIER permite estudiar algunos de los efectos que el ambiente tiene sobre el proceso creativo de un agente computacional.

Los primeros resultados generados por nuestro sistema sugieren que el *Contexto Afectivo* es una adecuada estructura del conocimiento para guiar el proceso de composición ya que los diseños creados por nuestro sistema fueron similares a los de los expertos en estructura y fueron bien calificados en las evaluaciones realizadas por seres humanos.

El modelo *Engagement and Reflection* incluye dos procesos principales:

- ✓ La construcción de su conocimiento base a partir de una serie de ejemplos de buenos diseños proporcionados por el usuario.
- ✓ La generación de nuevas composiciones.

La interfaz gráfica de DIER provee un mecanismo intuitivo para que el usuario sin habilidades técnicas genere la serie de ejemplos que el sistema requiere. En el proceso de generación del conocimiento previo se crea un archivo de registro para tener la posibilidad de analizar todas las estructuras del conocimiento construidas por el sistema.

DIER es capaz de generar diseños que son considerados adecuados por algunas personas. Por ejemplo, algunas composiciones desarrolladas por el sistema son consideradas relativamente armoniosas por un grupo de jueces humanos. Esta característica surge como resultado de los ciclos E – R.

En vez de usar procesos de optimización como otros sistemas similares, DIER emplea el *Contexto Afectivo* para recuperar de la memoria del sistema las acciones que producen una correcta combinación de elementos en una composición. Esto es importante por dos razones:

- ✓ Nosotros estamos interesados en contribuir al entendimiento de la creatividad humana y creemos que un modelo inspirado en la cognición es más útil que un sistema de ingeniería para alcanzar esta meta.
- ✓ Ya que una de las metas principales de este trabajo es evaluar si el modelo de creatividad computacional E – R puede ser usado en diferentes dominios, la producción de resultados adecuados empleando Contextos Afectivos es esencial para esta investigación.

Una parte significativa de la información que determina que una combinación de elementos es correcta o armoniosa está codificada en los *Átomos* (sin embargo, parte de la información es definida en algunas rutinas ejecutadas durante *Reflection*).

Ya que los *Átomos* son construidos a partir de los diseños previos, DIER puede modificar, de una forma relativamente sencilla los pasos que sigue para generar una combinación de elementos correcta. Por ejemplo, DIER puede trabajar fácilmente con diferentes estilos de diseño.

Algunos de los requerimientos y restricciones de la tarea de diseño son explícitamente definidos antes de que el ciclo E – R inicie (por ejemplo, el tamaño de la habitación, la posición y el tamaño de la ventana y la puerta), sin embargo, algunos otros requerimientos y restricciones surgen durante el proceso de composición (el uso armonioso de los colores, el tipo de muebles usados, la adecuada distribución de la habitación, etc.).

Las rutinas que guían la selección y el arreglo de los colores y los muebles en el sistema pueden adaptarse a las restricciones dinámicas que van surgiendo como resultado del propio proceso de composición. Una vez más, toda esta flexibilidad es una característica importante del sistema.

La versión actual de DIER selecciona de forma aleatoria la siguiente acción a ser ejecutada de entre las más adecuadas. Esta característica le da flexibilidad al sistema y permite producir diseños inesperados.

Todas las acciones asociadas al mismo *Átomo* comparten el mismo *Contexto Afectivo*, entonces, a pesar de que su contenido pueda no ser el mismo y por consecuencia puedan llevar a diferentes direcciones, todas ellas representan posibles acciones lógicas para ser ejecutadas a partir del estado actual de la composición.

No obstante, las siguientes versiones del sistema incorporarán rutinas que seleccionen la siguiente acción a ser ejecutada con base en las necesidades actuales de la composición.

La versión actual del sistema tiene limitaciones que deben ser mejoradas en siguientes versiones para obtener mejores resultados:

- ✓ Por las limitaciones de la implementación del modelo E-R, la interfaz de diseño no permite el uso de adornos como cuadros, carpetas, cortinas etc. Esto empobrece la presentación de los diseños generados.
- ✓ No es posible el uso de colores parciales en el mobiliario (por ejemplo, sillón azul con cojines verdes).
- ✓ El sistema no toma en cuenta las texturas de los elementos.
- ✓ Actualmente solo es posible trabajar en la habitación de estudio de 6 X 6 metros. No es posible cambiar el lugar ni el diseño de la puerta y la ventana.
- ✓ Algunas decisiones que en esta versión son tomadas al azar podrían ser mejor controladas.
- ✓ No se toma en cuenta el color del piso para las tensiones afectivas.
- ✓ Las tensiones afectivas aun no están completas.

Estos son ejemplos del trabajo futuro que debe ser aplicado sobre DIER para mejorar sus resultados.

6.3 Sobre la evaluación de los diseños de DIER por parte de jueces humanos.

Realizamos un cuestionario tipo encuesta para evaluar la preferencia de jueces humanos sobre tres diseños de interiores mostrados. El cuestionario fue subido a una página de Internet y fue contestado por 50 personas aleatorias de diferentes nacionalidades.

Elegimos el método de las preguntas de valoración con respuestas de 5 niveles por la facilidad que proveen a los encuestados para responder. Elegimos el método de subir el cuestionario a una página de Internet por que de esta forma obtendríamos respuestas de un grupo aleatorio de personas de diversos países, diversas edades y de ambos sexos.

Decidimos cuestionar el gusto o disgusto de los aspectos en los que DIER toma decisiones de diseño (colores, distribución, combinación de color, confort espacial y originalidad del diseño) para saber si, en opinión de un humano, el programa cumplía o no con sus expectativas en estos puntos.

La evaluación del sistema sugiere que el modelo *Engagement and Reflection* puede ser empleado para representar el proceso de diseño de interiores. A pesar de que el diseño creado por un profesional humano fue extraído de su contexto original y que por esto no puede ser considerado como un diseño completo, es muy alentador que la habitación generada por la primera versión de DIER haya obtenido las mejores calificaciones y que haya sido elegida como la mejor de las tres evaluadas.

Sin embargo, como era de esperarse, la evaluación muestra también que aun hay mucho trabajo que hacer sobre nuestro modelo. La calificación más alta obtenida por el diseño de la habitación A generada por DIER es de 3.12 puntos y el promedio de todas sus calificaciones es de 2.59 puntos. Estos resultados reflejan claramente que los sujetos no consideran que la composición generada por DIER sea un buen diseño. Además, la mayoría de los encuestados consideraron que el diseño de la habitación A había sido el trabajo de un estudiante de diseño (solo una posición arriba de la calificación más baja posible). Por otro lado, a pesar de que la habitación A es novedosa en el sentido en que no hay diseños estructuralmente parecidos en el conocimiento base del sistema, los sujetos encuestados la percibieron como falta de originalidad. Esto demuestra que es necesario mejorar las rutinas para generar diseños novedosos.

Existe también un trabajo futuro que realizar sobre la evaluación que realizamos. Nos dimos cuenta que es difícil que las personas imaginen un espacio con solo ver tres fotografías de vistas 3D, definitivamente sería más claro para los encuestados evaluar un espacio real que les fuera presentado en una habitación real con muebles reales en un set de pruebas.

Por otro lado, creemos que 50 personas es un número de encuestados suficiente pero el cuestionario puede ser aplicado a un número más amplio de personas. En un futuro podemos controlar el grado de educación de los encuestados, aplicar el cuestionario a grupos específicos y observar las diferencias de percepción que existen entre personas con educación básica y personas con educación intermedia o avanzada sobre las tres habitaciones.

También podemos controlar las regiones geográficas en las que las evaluaciones son aplicadas y estudiar las diferencias entre las percepciones de personas de diferentes culturas.

6.4 DIER en comparación con sistemas sub-simbólicos.

DIER incorpora características no presentes en modelos anteriores. Por ejemplo, los sistemas sub-simbólicos como las redes neuronales o los algoritmos genéticos han probado ser eficientes en problemas de clasificación y optimización. A pesar de que estos sistemas pueden ser ajustados para generar resultados interesantes, es usualmente complicado explicar las razones de las características de los resultados. Por esto es difícil tener una explicación del funcionamiento de estos sistemas.

DIER razona con representaciones de reacciones afectivas asociadas a acciones que son ejecutadas. Esto ayuda a la construcción de las explicaciones de sus resultados.

Los sistemas sub-simbólicos son exitosos en problemas de optimización en donde los procesos y las metas son bien conocidas con anterioridad pero en donde llegar a una solución representa mucho trabajo.

El proceso de diseño no tiene metodología estandarizada bien establecida y bien conocida, como la tiene una ciencia. El diseño es más bien un proceso empírico de prueba y error, basado en la experiencia, el cual permite usualmente que varias soluciones sean aceptables para un problema dado (Maher, Fenves & Garrett 1988).

Entonces, el exitoso uso de las técnicas sub-simbólicas depende mucho de encontrar un adecuado esquema de codificación de datos y adecuadas funciones de evaluación para guiar al proceso. Los resultados de estos sistemas pueden ser ciertamente muy impresionantes, pero ellos dependen de una clara definición del problema y las soluciones.

En contraste, DIER es flexible. Nuestro sistema utiliza la experiencia codificada en los diseños previos para construir su propia base de conocimientos, la cual puede ser fácilmente modificada.

La versión actual de DIER realiza una selección de las acciones siguientes en términos de unidades de muebles (sala, comedor, estudio, recámara) cuando se encuentra ejecutando el ciclo *Engagement*. Esto es, durante la asociación de ideas el sistema construye un bosquejo general, una solución global sin poner atención en los detalles (por ejemplo, para la solución de un diseño determina que hace falta un comedor en la habitación, en el momento no importa el tipo de mesas o sillas ni los colores que usará para él). Es durante el ciclo de *Reflection* que la solución adecuada es evaluada y se desarrollan los detalles.

Este mecanismo agrega una característica extra al modelo: imita la forma en que los humanos razonan de arriba hacia abajo durante el proceso de diseño (llamamos un razonamiento de arriba hacia abajo cuando se buscan soluciones generales a los problemas y después se terminan los detalles, de lo general a lo particular).

Podría ser posible, por ejemplo, adaptar el modelo para diseñar construcciones en donde se pudieran generar diferentes tipos de habitaciones, o por el contrario, llevar el alcance de detalle hacia abajo hasta el nivel de las partes de un mueble y usar el sistema para diseñar sillas, mesas u otras piezas de mobiliario.

Todos esos niveles seguirían exactamente la misma lógica y el sistema generaría racionalidad para la toma de decisiones en términos de tensiones. Esto permitiría construir un sistema que pueda trabajar con diferentes elementos a diferentes niveles de abstracción con la misma composición.

Estas ideas podrían llevar a posibles extensiones de nuestro sistema.

6.3 Futuras Versiones.

El trabajo presentado en esta tesis plantea diferentes caminos a seguir para continuar con la investigación.

Por una parte, la representación gráfica de la Interfaz de Comunicación y Representación plantea diferentes desafíos para hacer aun más real la experiencia de las personas que evalúen una habitación generada por DIER. Las nuevas tecnologías de realidad aumentada pueden ser una buena adecuación a DIER, ya que esto agregaría la posibilidad de más detalles en la presentación de los diseños (texturas, adornos pequeños, colores independientes más vivos y variados). Estas nuevas posibilidades traerían un aumento en la complejidad del modelo y seguramente traerían consigo mejores calificaciones en las evaluaciones por parte de los encuestados.

En nuestros planes para versiones futuras de DIER se contempla la investigación para generar representaciones del conocimiento más completas.

Por ejemplo, estamos interesados en estudiar cómo representar relaciones explícitas entre los grupos de muebles que se encuentran en la habitación y cómo afectan esas relaciones al proceso de generación de ideas.

Por otra parte, el modelo de DIER plantea la posibilidad de bajar o subir en el nivel de detalle de experimentación. Con este modelo es posible generar programas que diseñen muebles o que diseñen casas enteras. El principio para ambos casos es el mismo modelo y las mismas representaciones del conocimiento.

Extrapolando aun más el principio de los niveles de detalle mencionado en el párrafo anterior, el modelo de DIER plantea la posibilidad de la generalización de la implementación del modelo *Engagement and Reflection* para la generación de productos creativos en otras disciplinas en las que la creatividad humana se manifieste.

Engagement and Reflection ha demostrado tener buenos resultados para la escritura (Pérez y Pérez R. & Sharples M., 2001), en este trabajo demostramos que es posible que, con más trabajo, obtengamos buenos resultados en el diseño de interiores (desde el diseño de una silla hasta el diseño de una casa completa).

Sin dejar de subrayar la inevitable dependencia de la disciplina creativa en la cuál deseáramos implementar el modelo para los siguientes puntos:

- ✓ La correcta construcción de las estructuras del conocimiento.
- ✓ La adecuada elección, valoración y representación de las emociones relacionadas a los elementos.
- ✓ El ajuste de las variables.
- ✓ Los valores de creencias ocupados para juzgar en *Reflection*.

Creemos que es posible encontrar un método para facilitar la implementación del modelo *E-R* en varias disciplinas, obtener resultados y encontrar similitudes y diferencias entre las aplicaciones del modelo en los diferentes marcos teóricos.

Esto apoyaría a la comprensión del papel de las emociones en la creatividad humana desde diversas perspectivas.

De una forma muy personal, este trabajo sentará las bases para mi investigación acerca de las tensiones emocionales universales en las diferentes artes. Es decir, encontrar las características que comunican emociones en cada una de las artes (diseño, música, pintura, danza) y buscar similitudes al grado de generar reglas universales para que los artistas encuentren la multidisciplinaridad de una forma más simple.

REFERENCIAS.

- Allen P. S., Stimpson M. F. & Jones L. M. (2004), *Beginnings of Interior Environments*, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, EU. p. 75-93, 175-202.
- Arco Team (2006), *LOFTS*, Ed. Lola Gómez, Könemann, Loft Publications, Barcelona, España.
- Balling J. D. & Falkin J. H. (1982), *Development of visual preference for natural environments*, en *Environment and Behavior*, 1, p. 5-28.
- Cañizares A. C. & Asencio F. (2008), *LOFTS*, Collins Design, Loft Publications, Barcelona, España.
- Carrascona C. A (2005), *Serafín Mercado: Padre de la Psicología ambiental en México*, en *Psicología y Ciencia Social*, año/vol. 7, número 1-2, Universidad Nacional Autónoma de México. México, p. 92-106.
- Corraliza J. A. (1987), *La experiencia del ambiente*, Ed. Tecnos, Madrid, España. p. 58.
- Coyne R. D., Newton S. & Sudweeks F. (1993), *A connectionis view of creative design reasoning*, en Gero J. S. & Maher M. L. , *Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Hillsdale. New Jersey, EU. p. 177-209.
- Fehrman, K. R. & Feherman, C. (2004), *Color. The secret influence*, Upper Saddle River N. J., Person Education. p. 45-121.
- Gelernter D. (1994), *The muse in the machine*, Fourth Estate, Londres. Cap. 1.
- Gero J. (1985), *Expert Systems in CAD*, en *Computer-Aided Design*, Volume 17, Issue 9, Elsevier.
- Gilliatt M. (2002), *Curso de interiorismo*, Ed. Blume, Barcelona, España. p. 53.
- Gómez de Silva A. & Zamora A. (2004), *A cognitive evaluation of a computer system for generative Mondrian-like Artwork*, en Gero J. S., *Design Computing and Cognition 04*, Kluwer Academia Publishers, The Netherlands. p. 79-96.
- Guillaume P. (1984), *La Psicología de la Forma*, Editorial Psique, Buenos Aires, Argentina, p. 47.
- Ittelson W. H. (1973), *Environment perception and contemporary perceptual theory*, en *Environment and cognition*, seminar Press, Nueva York, EU. p. 1-19.
- Janssen P., Frazer J. & Tang M. (2002), *Evolutionary systems and generative processes*, en *Applied Intelligence* 16, Kluwer Academia Press. The Netherlands. p. 119-128.
- Koffka K. (1953), *Principles of gestalt psychology*, International Library of Psychology, Philosophy and Scientific Method, Harcourt, Brace and Company. Nueva York, EU. p. 136-164.
- Lidwel W., Holden K. & Butler J. (2005), *Principios universales del diseño*, Ed. BLUME, Barcelona, España.
- Maher M. L. (1985), *HI – RISE and beyond: directions for expert systems in design*, en *Computer-Aided Design*, Volume 17, Issue 9, Elsevier.
- Maher M. L., Fenves S. J. & Garrett J. H. (1988), *Expert Systems for Structural Design*, en Adeli H. (editor). *Expert Systems in Construction and Structural Engineering*. Chapman and Hall, Londres.
- Mahnke F. H. (1996), *Color, environment, and human response : an interdisciplinary understanding of color and its use as a beneficial element in the design of the architectural environment*, Ed. Van Nostrand Reinhold, Nueva York, EU. p. 85-89.
- Mather G. (2006), *Foundations of perception*, Psychology Press, Nueva York, EU. p. 32-33.

- Matlin M. W. & Foley H. J. (1996), *Sensación y Percepción*, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México. p. 137-144.
- Mercado, Ortega, Luna, Estrada (1995), *Habitabilidad de la vivienda urbana*, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Merhabian A. & Russell T. A. (1974), *An approach to environmental Psychology*, Cambridge, Mass: MIT Press.
- Merhabian A. (1980), *Basic dimentions for a general psychological theory, Implications for personality, social, environmental and developmental psychology*, Oelgeschlager, Gunn and Main, Cambridge Mass, EU. p. 7.
- Obradors M. (2007), *Creatividad y generación de ideas, Estudio de la práctica creativa en cine y publicidad*, Universidad Autónoma de Barcelona, Ed. Aldea Global. España. p. 67-99.
- Ortiz G. (2004), *Usos, aplicaciones y creencias acerca del color*, Ed. Trillas, México. p. 135-143.
- Pérez y Pérez R. & Sharples M. (2001), *MEXICA: A computer model of cognitive account of creative writing*, en Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence. Volume 13, Number 2.
- Puybaret E. (2009), *Sweet Home 3D*, <http://www.sweethome3d.eu>
- Puybaret E. (2008), *Sweet Home 3D API*, <http://www.sweethome3d.com/javadoc/index.html>
- Poole D. & Mackworth A. (2010), *Artificial Intelligence, Foundations of computacional agents*, Cambridge university press, Nueva York, EU. p. 6-9.
- Runco M. (2007), *Creativity, Theories and themes: research, development and practice*, Elsevier Academic Press, Miami, EU. p. 1-38.
- Russell S. & Norving P. (2004), *Inteligencia Artificial, Un enfoque moderno*, Pearson, Prentice Hall, Madrid, España. p. 1-35.
- Sharples, M. (1999), *How we write? Writing as creative design*, London: Routledge.
- Sternberg (1988), *The nature of creativity*, Cambridge University Press, Nueva York, EU. p. 431.
- Vilchis L. C. (2002), *Metodología del diseño: fundamentos teóricos*, Editorial Claves latinoamericanas, México. p. 33-44.
- Whitemyer D. (2009), *Anthropology in design*, <http://www.iida.org/content.cfm/anthropology-in-design>
- Wong W. (1995), *Fundamentos del diseño*, Ed. GG S. A. Barcelona, España. p. 41-44.
- Woodbury R. F. (1993), *A genetic approach to creative design*, in Gero J. S. And Maher M. L., Modeling creativity and knowledge-based creative design, Hillsdale, Lawrence Associates Publishers, New Jersey. EU. p. 211-233.