

Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura:

Centro de Investigación interdisciplinaria y Divulgación de la ciencia para el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC)



Universidad de Costa Rica
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
Facultad de Ingeniería
Escuela de Arquitectura

Centro de Investigación interdisciplinaria y Divulgación de la
ciencia para el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC)

Proyecto final de graduación para optar por el
grado de Licenciatura en Arquitectura

Giancarlo Muñoz Ramírez

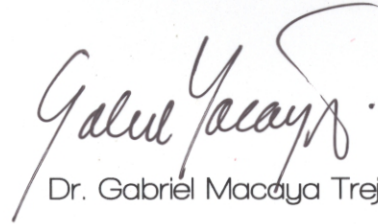
2012

Miembros del tribunal examinador



Arq. Dr. Jafet Segura Amador

Director



Dr. Gabriel Macaya Trejos

Lector

Arq. Héctor Rodríguez Campos



Lector



Arq. Omar Quesada Arias

Lector invitado



Dr. Ernesto Montero Zeledón

Lector invitado

Dedicatoria

A Dios, quién me ha dado todo, pero principalmente fe, perseverancia y salud para poder concluir este trabajo.

A mis padres, Marvel Muñoz Corrales y Mayra Ramírez Madrigal que me dieron su apoyo incondicional durante toda la carrera y lucharon conmigo desde el inicio, sin ustedes nada de esto sería posible ¡Gracias!

A mis hermanos Marvel, Gabriel, Christopher y Sebastián que en ningún momento dudaron en ayudarme cuando más lo necesité e hicieron la carga mucho más liviana.

A mis seres queridos: familiares y amigos, que en alguna parte del proceso pusieron un grano de arena para permitirme cumplir este sueño.

Resumen del contenido de este proyecto

El presente trabajo final de graduación comprende el diseño de un Centro de Investigación interdisciplinar y de Divulgación de la ciencia y la ingeniería a ser ubicado dentro de los terrenos del Instituto Tecnológico de Costa Rica en su sede en Cartago (TEC), su fin de fortalecer el trabajo interdisciplinar entre las diferentes escuelas y centros de investigación existentes dentro de la universidad y reforzar, igualmente, el sentido de responsabilidad científica para con la sociedad a través de la proyección y exposición pública de la labor investigativa que se realiza cotidianamente.

Para desarrollar la propuesta en cuestión se consideraron tres aspectos principales que permitieron darle una dimensión contemporánea al proyecto y contextualizarlo a la realidad de zona:

- Situación actual de la ciencia en Costa Rica entendida desde un trasfondo histórico general y como la misma repercute en la práctica científica de la academia universitaria.
- Percepción costarricense actual de la ciencia y la tecnología vista como el inicio de un proceso encaminado a consolidar una cultura científica y su importancia para el desarrollo del país.
- Relación académica y social entre las escuelas del TEC y como el entorno físico puede ayudar a fortalecer esos vínculos.

Índice de contenidos

Capítulo 1. Introducción	13
1.1 Introducción	14
1.2 Planteamiento del problema	16
-Trasfondo histórico: Ciencia y ser humano, de observador a protagonista, de lo mecánico a lo cuántico	17
-Ciencia y exclusión social	21
Sociedad del conocimiento y cultura científica	28
-Ciencia, fragmentación disciplinaria y Universidad	33
La universidad costarricense: Caso TEC (Tecnológico de Costa Rica)	39
1.3 Objetivos	43
-Principal	45
-Secundarios	45
Capítulo 2. Marco Teórico	47
2.1 Ciencia Social	48
-Innovar en la intersección	49
-Hacia una cultura transdisciplinar	52
Pensamiento transdisciplinar	56
La Universidad transdisciplinar	61
-Diseño del entorno de investigación	67
2.2 Sociedad científica	78
-Comunicación y aprendizaje científico	79
-Museo científico y el entendimiento público de la investigación científica	85
-Diseño del entorno de divulgación	91
2.3 Síntesis	99
Capítulo 3. Propuesta	103
Descripción de la propuesta	104
3.1 Análisis	105

-Ubicación	106
-Elección del terreno	107
-Análisis de sitio	110
3.2 Programa Arquitectónico	113
-Disciplinas seleccionadas	114
-Programa arquitectónico	117
3.3 Concepto	131
3.4 Diseño de sitio	135
3.5 Diagramas de distribución y Plantas	137
3.6 Diseño estructural	159
3.6 Cortes	163
3.7 Elevaciones	167
Capítulo 4. Conclusiones	171
Índice de figuras	175
Bibliografía	181

Capítulo 1

Introducción

La ciencia le ha hablado, con creciente urgencia y convicción a la sociedad por más de medio milenio. La misma no solo ha determinado los procesos técnicos, sistemas económicos y estructuras sociales, sino que también ha moldeado nuestra experiencia diaria del mundo, nuestros pensamientos conscientes e inclusive nuestros sentimientos inconscientes (1). Sin lugar a dudas la ciencia y la modernidad se han vuelto elementos inseparables cuya interacción ha influido enormemente en el desarrollo humano de la sociedad, hasta el punto que no es exagerado afirmar que la frontera de posibilidades colectivas de una determinada sociedad y, desde otra perspectiva, la del conjunto del planeta, es hoy función de la capacidad de seguir ampliando la imagen científica del mundo y reconocer el conocimiento como el nuevo motor de desarrollo (2).

Inmerso en el fenómeno de la globalidad nuestro país comparte esta necesidad de desarrollar una conciencia científica cultural principalmente en las nuevas generaciones, para lo cual es indispensable modificar las condiciones de la relación actual entre ciencia y sociedad. La inminencia de esta realidad unido a la urgencia del cambio fueron los principales motivadores para desarrollar un proyecto que intentara lidiar con este problema desde un punto de vista arquitectónico como facilitador de este requerido cambio de condiciones.

Y es que el cambio de rol que ha experimentado la ciencia dentro de la sociedad en el último siglo le ha obligado a establecer un renovado proceso de comunicación con el principal receptor de su labor: el público lego o inexperimentado. La di-

vulgación científica tradicional, que por mucho tiempo se ha encargado de dar a conocer los resultados del trabajo científico experimenta actualmente una transformación frente a una nueva realidad informático-educativa que pretende hacer disponible toda la información y el conocimiento humano y exige hacerlo ya. Ante esto el clásico enfoque divulgativo donde la información se ofrece incompleta y el público solo tiene acceso a los resultados de la investigación científica; sin llegar a conocer los porqués y los cómo; se presenta insuficiente y des actualizado y apunta a una nueva divulgación donde el contexto y el ahora y tienen protagonismo, es decir, donde el proceso de investigación y de creación de nuevo conocimiento científico y tecnológico se encuentre profundamente ligado a la actividad de comunicar la ciencia.

De un escenario en donde la transmisión y traducción del mensaje científico recae en un proceso de divulgación que se desenvuelve solo en el entorno social se apunta a conformar un escenario donde la divulgación transite entre el entorno científico de investigación y el entorno social de manera equitativa haciendo circular información de un lado al otro de manera constante.

La igualdad con que los entornos en que se desenvuelve cada parte de esta ecuación; entorno divulgativo social, y entorno científico investigativo; asimilen las nuevas tendencias que apuntan a la integración y la apertura (social, tecnológica, educativa, etc), determinará en gran medida la forma en que las mismas interactúen y se logren complementar para alcanzar un fin común dentro de un escenario compartido.

¹ Nowotny, Scott, & Gibbons. *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, 2001

² Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE). *Ciencia y Sociedad*, 2007

Esto significa enfrentarse a formas de trabajo, metodologías, prácticas y modelos de comportamiento muy arraigados que se resisten a cambiar y que dificultan la adopción o tan siquiera la consideración de iniciativas transformadoras. Así, mientras que en el entorno de divulgación se habla de una tendencia al conservadurismo en el entorno científico la fragmentación y el hermetismo son el principal escollo.

Este trabajo pretende explorar las circunstancias particulares que caracterizan la relación actual entre la ciencia y la sociedad e identificar el papel que cada uno tiene en la construcción de una cultura científica. En este apartado conocer la historia del desarrollo que ha experimentado la ciencia moderna, principalmente en el pasado siglo, es indispensable para hacerse de un mayor entendimiento de la evolución de esta relación. Explorando temas y conceptos como la transdisciplinariedad, el diálogo, la educación y la popularización científica este trabajo pretende además establecer bases y lineamientos de diseño que puedan ser aplicados para la transformación conjunta de los espacio que conforman los entornos de investigación y divulgación, contextualizado, a su vez, a la realidad específica de nuestro país.

Cada tema es abordado de una manera integral intentando extraer de los mismos, de forma simultánea y no fragmentada, la información necesaria para establecer un guión lógico que me permita armar las bases de conocimiento necesario para proponer en determinada etapa soluciones arquitectónicas bien fundamentadas. Esta búsqueda de simultaneidad da como resultado un trabajo que sigue una lógica básica de

desarrollo: identificación de un problema - definición de metas - sistema coherente de conceptos que me permitan atacar el problema-respuesta al problema; pero que no sigue una estructura metodológica tradicional sino que más bien intenta englobarlo todo en cada tema tratando de darle un abordaje más complejo, principalmente a la definición de la problemática. Así por ejemplo, en el primer capítulo (Introducción) si bien este se divide tan solo en tres apartados (introducción, problemática y objetivos) basta con ahondar en los distintos temas que se desarrollan para identificar aspectos de la investigación como antecedentes, delimitaciones sociales, temporales y espaciales, tipos de usuario, entre otros, los cuales son puntos indispensables para lograr entender la dimensión completa del proyecto, pero que al estar fusionados de forma integral dentro de cada tema permiten mayor libertad para desarrollarlos de forma que las fronteras entre los mismos se des dibujan y en ocasiones se traslapan transmitiendo un mayor sentido de unidad en la redacción.

Planteamiento
del problema

Trasfondo histórico: Ciencia y ser humano, de observador a protagonista, de lo mecánico a lo cuántico

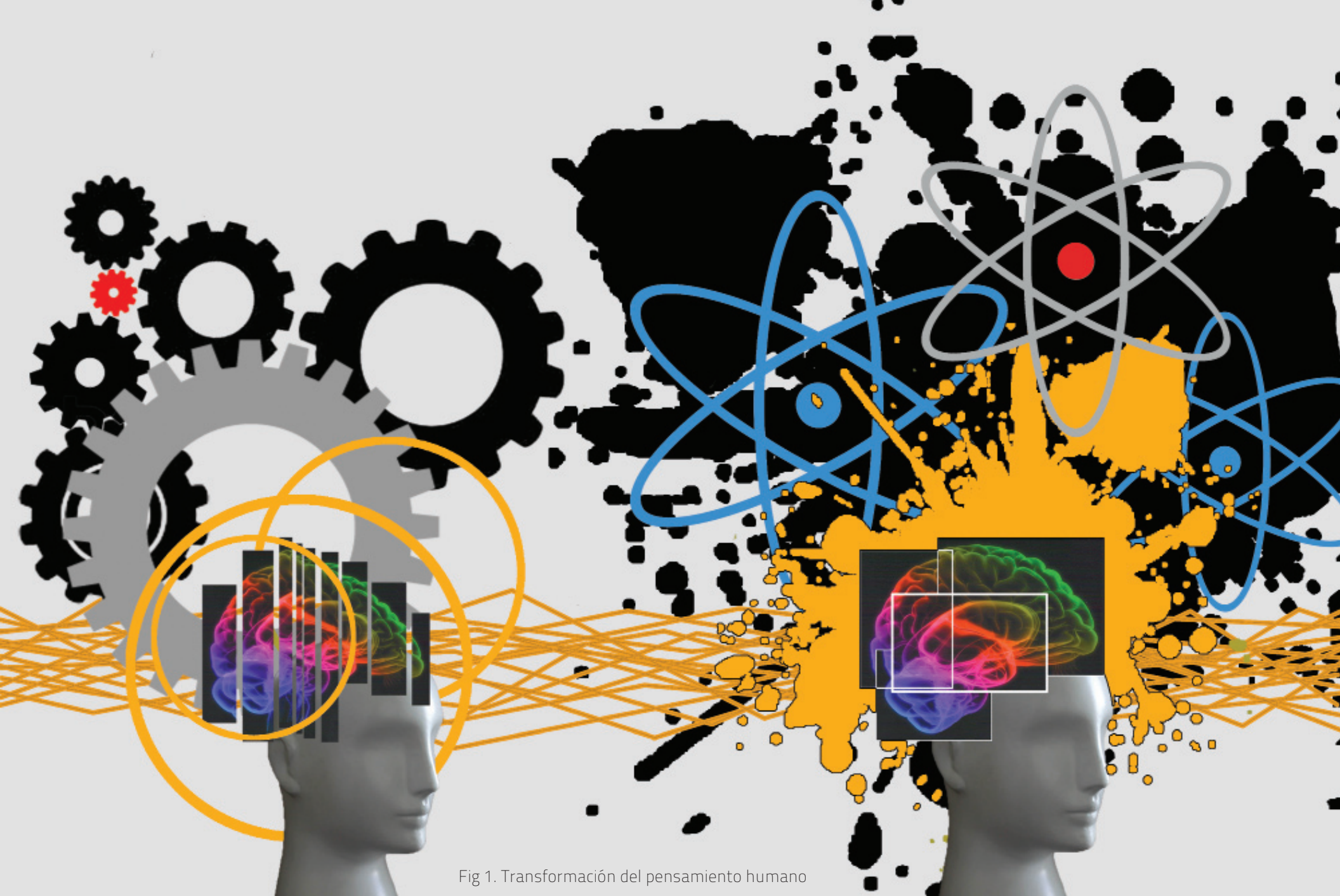


Fig 1. Transformación del pensamiento humano

La relación existente entre ciencia y sociedad ha estado en constante evolución a lo largo de la historia humana, la misma se ha encargado de moldearla según sus cambiantes fuerzas, tendencias y necesidades, produciendo, principalmente en los últimos dos siglos, episodios verdaderamente significativos y transformadores que colaboraron de forma relevante a la aparición de nuevos paradigmas y cambios epistemológicos importantes para el pensamiento humano, que a la larga definieron lo que es la ciencia hoy en día, y la naturaleza de su papel actual en la sociedad. (ver fig.2)

En el XVII la visión científica se consolidó en occidente como el nuevo paradigma dominante sustituyendo así a la anterior visión dogmática geocentrista cuyo "reinado" se extendía desde el siglo III A.C primero bajo los principios de la física

aristotélica y más tarde bajo la doctrina de la iglesia católica. Como todo paradigma esta nueva visión significó una reinterpretación de todos los principales aspectos que dirigen la existencia humana, llámese estilos de vida, ideologías, formas políticas, economía, la interpretación del universo y nuestra propia identidad como seres humanos.

La afianzamiento de esta nueva visión científica-mecanicista; crítica del pensamiento dogmático; fue influenciada en gran medida por pensadores como Francis Bacon (empirismo: el experimento como método de verificación), Descartes (método científico y naturaleza dualista de la realidad) e Isaac Newton (reduccionismo: podemos determinar la vida y reducirla a sus partes para comprenderla mejor) quienes por medio de sus principios filosóficos promovieron una mentalidad

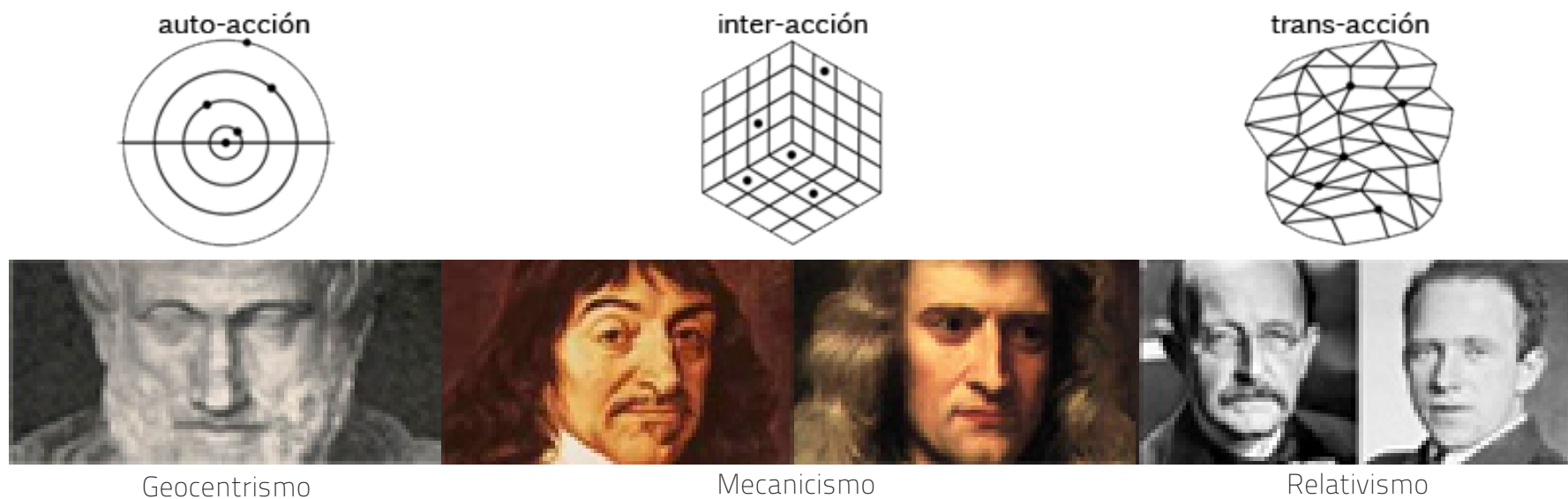


Fig 2. Evolución de los paradigmas científicos y sus diferentes formas de ver la realidad

de dominio de la raza humana sobre el universo, en donde la ciencia constituía el único conocimiento válido y confiable en un universo que pretendía ser explicado como un gran mecanismo.

Estas explicaciones mecánicas sobre la vida eran totalmente deterministas y se apoyaban fundamentalmente en el principio de causalidad lineal (todo lo que se efectúa presupone algo a lo que esto sucede según una regla) por el que se consideraban regidos todos los fenómenos que describía la que luego sería llamada física clásica. Según esta premisa a partir de un determinado estado de un fenómeno era posible hacer previsiones o predicciones sobre la evolución del mismo, con esto la doctrina determinista pretendía lograr una completa racionalización de lo real, y de esta manera alcanzar a conocerlo todo a partir de una ilimitada precisión experimental, para lo cual era necesario, sin embargo, aislar completamente el objeto de estudio (concentración puntual de materia y energía).

En este último punto se reconoce uno de los principales problemas que el paradigma mecanicista y sus principales pensadores (Newton, Bacon y Descartes) ejercieron sobre la humanidad y que consistió en haber producido una visión de mundo fragmentada, mecánica, reduccionista, positivista y unilateral en la sociedad, influyendo en aspectos como la educación, la economía, la política y la cultura, basándose para esto en el principio de "supuesto de separatividad". Este principio fundamental (al igual que el de causalidad lineal) establece que el universo tiene un número infinito de entes y eventos separa-

dos, cada uno con su propia existencia e identidad y donde la relación entre las cosas es accidental. Sin lugar a dudas una de las principales consecuencias de esta afirmación es que el ser humano pasó a ser vislumbrado como un ego aislado en un universo fragmentado, removiendo, por consiguiente, toda conciencia del acto de hacer ciencia. (ver Fig.3)

Esta nueva visión del mundo, sin embargo, significó una etapa de gran crecimiento para la ciencia, período que se prolongó hasta el siglo XX, y durante el cual la ciencia; que partió de la periferia de la sociedad gracias a ciertos espíritus independientes; se volvió una institución a través de las sociedades científicas y de las academias desde finales del siglo XVIII (3), hasta el punto de que se puede afirmar que las universidades se convirtieron en las monopolizadoras del conocimiento y por tanto las responsables de su diseminación, por supuesto, bajo los parámetros de la visión mecanicista imperante, lo que vendría a determinar en gran medida el rumbo que tomaría la ciencia a partir de ese punto hasta el siglo XX.

Así, esta nueva institucionalización dirigida por la academia se fundamentó en los principios del paradigma 'maestro de occidente' (Morin, 1990) caracterizado por el dominio de un racionalismo científico cargado de una posición positivista del conocimiento que incluía sin lugar a dudas la eliminación del sujeto en la práctica científica. De esta manera, la ciencia occidental viene a fundarse sobre la eliminación positivista del sujeto a partir de la idea de que los objetos, al existir independientemente del sujeto, podían ser observados y explicados en tanto tales, en un universo de hechos objetivos, liberados

³ Morin. *Introducción al pensamiento complejo*, 1990

Visión del Universo Según la Física Clásica

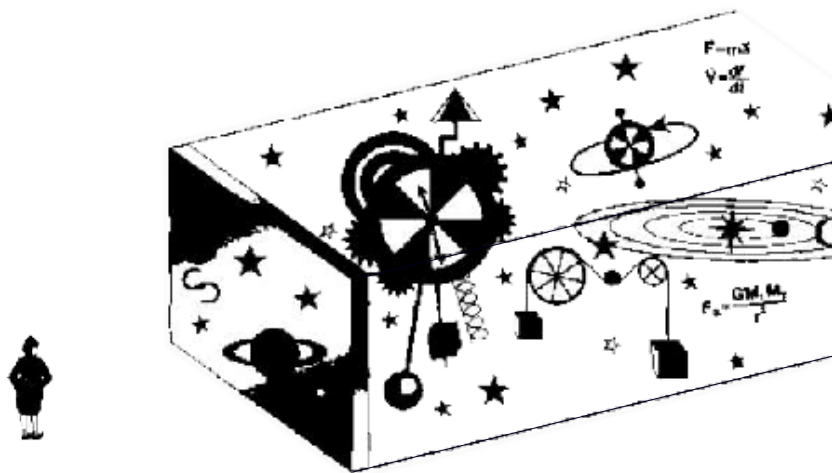


Fig 3. El observador solo observa, nunca participa, colocándose detrás de una gruesa "pared" que separa la mente de la materia.

de todo juicio de valor, de toda deformación subjetiva, gracias al método experimental y a los procedimientos de verificación, así es como exitosamente se logra propagar en la ciencia de Occidente la idea de que, "el sujeto es el todo-nada; nada existe sin él, pero todo lo excluye; es como el soporte de toda verdad pero, al mismo tiempo, no es más que «ruido» y error frente al objeto" (4).

Este paradigma, que controló 'la aventura del pensamiento occidental' (Morin, 1990) por mucho tiempo permitió, sin lugar a duda, el desarrollo prodigioso de la ciencia moderna, al igual que trajo consigo toda una serie de consecuencias nocivas posteriores ligadas a su consagrado pensamiento disyuntor y que no se comenzaron a revelar hasta el siglo XX, desenmascaradas en gran medida por la aparición en el panorama de un "submundo" que cambió totalmente la concepción que teníamos de nuestro universo y de nosotros mismos.

El descubrimiento de la microfísica, se encargó de revelar la existencia de una multidimensionalidad indisoluble en donde sujeto y objeto se presentan como elementos mutuamente relacionados. Abriendo paso, a su vez, a la aparición de nuevas ramas de la física como la mecánica cuántica e inmediatamente anunciando el nacimiento de la física contemporánea cuyo fundamento principal demuestra que no existían las entidades físicas independientes que pretendía aislar la física clásica sino una realidad conjunta de correlaciones, un tejido de eventos interconectados, un intercambio eterno entre el sujeto y el objeto.

El objeto de la física moderna ya no es un sistema único al que

⁴ Morin. *Introducción al pensamiento complejo*, 1990, p. 69

estudia tal cual, de forma individual, sino una reunión de dos sistemas distintos pero inseparables: el sistema "observado" y el sistema "observador", en otras palabras, lo que confiesa la ciencia moderna con esto es que el mundo no es un mundo "en si", sino un mundo construido, es decir, el mundo de lo físico no es un mundo conocido o por conocer sino un mundo fabricado o por fabricar. Ciertamente reconocer la incidencia del sujeto sobre el fenómeno que estudia nos permite darnos cuenta de nuestro papel en el mundo y como lo construimos, generando así una nueva conciencia humana (ver fig.4).

Sin duda esta revolución cuántica abrió la caja de Pandora a una transformación radical no solo de la forma en que el ser humano percibía la ciencia sino, más significativo aún, de la forma como se percibía a si mismo y el mundo que le rodeaba. De allí el cuestionamiento a la inteligencia ciega positivista tradicional al reconocer como su accionar, opuesto a la nueva revelación, destruye los conjuntos y las totalidades, aísla todos sus objetos de sus ambientes, y no concibe el lazo inseparable entre el observador y la cosa observada, siendo talvés los efectos que él mismo ha causado en su depredación inconsciente sobre el medio ambiente el ejemplo más representativo. Surge por consiguiente una afirmación fundamental: "lo simple (las categorías de la física clásica que constituyen el modelo de toda ciencia) no es más el fundamento de todas las cosas, sino un pasaje, un momento entre dos complejidades, la complejidad micro-física y la complejidad macro-cosmo-física" (5). Complejidades cuyas realidades clave son desintegradas y transgreden los hiatos que sepa-

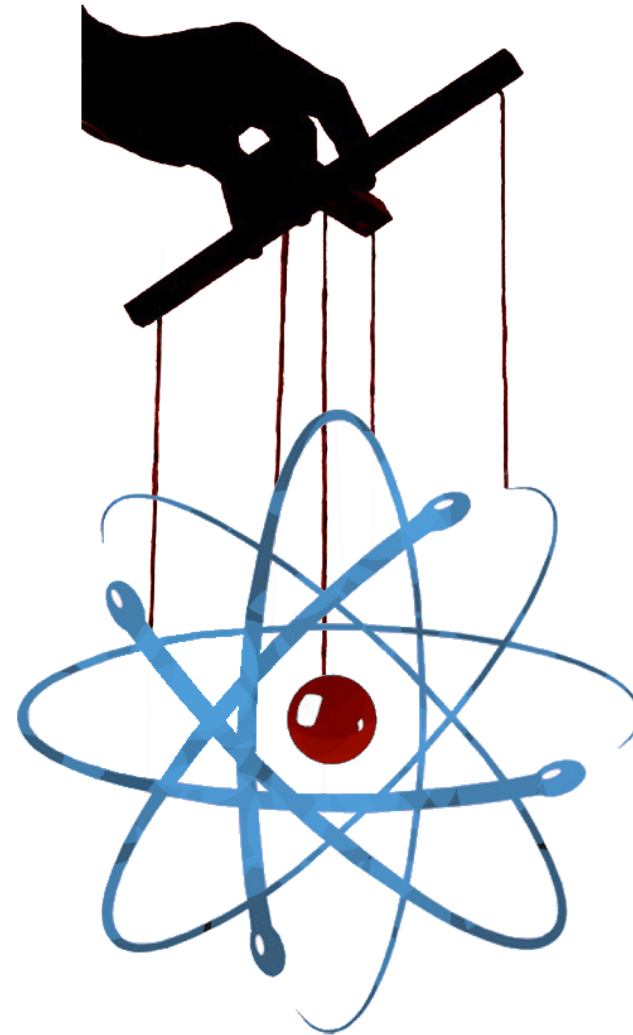


Fig 4. Incidencia del ser humano sobre su objeto de estudio

⁵ Morin. *Introducción al pensamiento complejo*, 1990, p. 41

Ciencia y exclusión social



Fig 7. Era de la información y la participación social

La fragmentación y el hermetismo al que se vio sometido el conocimiento científico como parte de su proceso de institucionalización no se limitó solo a afectar las relaciones entre disciplinas sino también más allá de sus fronteras creando una barrera entre la ciencia y la sociedad y produciendo una formalización de la ciencia como actividad privativa de un grupo profesional. Esta demarcación entre la comunidad científica y el público impulsó la creación de un contrato implícito que reguló la interacción entre ambos por mucho tiempo, el mismo se caracterizaba por una confianza ciega del público para con la ciencia a través de una política de no interferencia con sus decisiones con la esperanza de recibir un nivel de vida más elevado a través de bienes materiales y servicios, para esto la ciencia recibiría financiamiento y una completa libertad sobre el objeto de estudio.

La vigencia de este acuerdo tácito, sin embargo, se vería comprometida en la segunda guerra mundial con la aparición de la bomba atómica y en los sesenta con los problemas medioambientales asociados a la asociación ciencia-industria que

originó una conciencia acerca de la desaparición de los recursos del planeta. Estos acontecimientos abrirían los ojos del público con respecto a la naturaleza dual de la ciencia: riesgo-beneficio, y erosionarían la confianza de la sociedad para con la misma en la asociación de progreso científico y progreso social. En conjunto con la aparición de una nueva visión del mundo más integradora la imagen pública de la ciencia y la tecnología se comenzó a degradar atribuyéndoles efectos indeseados, como ser agentes casuales de procesos de alienación y deshumanización, reemplazar imágenes del mundo intuitivas y apoyados en el sentido común por representaciones fragmentadas y abstractas ajenas a la forma en que la mayoría de las personas visualiza la realidad, originar estilos de vida "antinaturales", alterar los ciclos y equilibrios medioambientales, además de dar soporte a la carrera armamentística nuclear (ver fig.8).

La visión optimista de la ciencia decae y cede a un pesimismo del papel del hombre en la naturaleza, donde la conciencia medioambiental ha jugado un rol muy importante al identi-



Fig 8. Efectos adversos de la ciencia deshumanizada

ficar la aparición de complejos problemas generados por la misma ciencia como el calentamiento global, la desaparición de especies o el efecto invernadero, manifestaciones claras de una práctica científica que obvia el impacto del individuo sobre su entorno y que la misma ciencia está obligada a corregir a través de una aproximación compleja de la problemática, al mismo tiempo que se intenta restablecer la aprobación de una sociedad a la que le debe gran parte de su accionar. En este sentido, la comunidad científica comienza a percatarse que una actitud favorable o desfavorable a determinado tópico científico está basado en el nivel de conocimiento que tiene el público: un mayor conocimiento del público implica mayor conciencia de factores de riesgo y opuesto a ello la ignorancia a determinado tema, unido al recuerdo de los eventos del pasado, tiende a generar una tolerancia cero por parte del público, lo que dificulta la labor científica, de ahí lo indispensable de desarrollar iniciativas de alfabetización científica y duplicar esfuerzos de formación y difusión de la ciencia en todos los niveles educativos para que la sociedad

se interese y aprecie correctamente la naturaleza y objetivos de la ciencia (COSCE, 2007) (ver fig. 9).

El investigador científico tiene además un claro compromiso social adicional dado que la mayoría de las investigaciones se realizan en instituciones o utilizando fondos públicos que son los que hacen posible en gran medida que su actividad se realice. La realidad, sin embargo, es que no existe un reconocimiento por parte de la comunidad científica de que su labor está condicionado por las preferencias y requerimientos de la sociedad ya que hasta ahora ha habido un esfuerzo muy pobre de parte de la universidad, como principal formador, por incorporar esta conciencia en la cultura del investigador. Una buena iniciativa en este tópico es integrar en los programas de posgrado de las universidades espacios para presentar cuestiones de ética y responsabilidad social a los jóvenes investigadores y tecnólogos en formación (10). Andrew Maynard, director del Risk Science Center de la Universidad de Michigan ante la pregunta de que hubiera deseado saber en sus inicios académicos cuando empezó como científico puramente orientado en



Fig 9. "Confíen en mí, soy un científico!": Póster utilizado por el grupo de pensamiento crítico científico Cork Skeptics para anunciar una charla sobre la percepción pública de la ciencia.

la investigación, expresa la importancia de implantar una visión social en el investigador desde muy temprano de su formación: "Hubiera sido tremendamente útil si hubiera recibido más información acerca del papel de la ciencia para con la sociedad. A mí me enseñaron que uno debe preocuparse solo en la ciencia y no tanto en sus consecuencias más amplias. Debido a esto, comencé con una visión muy estrecha e indulgente. Solo disfrutaba haciendo la ciencia en la que estaba involucrado. No me importaba mucho cual era su relevancia ni sus consecuencias. Si más tempranamente hubiera tenido contacto con una forma más amplia de pensamiento, hubiera tenido un enfoque socialmente más responsivo así como una mayor apreciación de mi trabajo".

El modificar la visión que de la persona de ciencia tiene la sociedad, visto aún como el integrante de una población totalmente homogénea de personas muy raras de bata blanca con igual forma de pensar e incapaces de relacionarse con cualquiera que no pertenezca a su propia casta, es igualmente responsabilidad obligatoria del investigador y requiere asimismo una gran sensibilidad social ya que exige total apertura y rompimiento de todo tipo de barrera mental y física que el hombre de ciencia tiene con respecto a su entorno social a fin de poder entablar un verdadero proceso de comunicación e intercambio humanizador y desmitificador (ver fig.10). La necesidad de la comunidad científica de entablar un diálogo abierto y no paternalista con el público se intensifica dada la importancia que representan hoy en día la ciencia y la tecnología al desarrollo económico de los países inmersos en la

nueva sociedad del conocimiento. El interés con el que la sociedad percibe la ciencia y su grado de adquisición de la cultura científica no puede ser indiferente para la comunidad científica máxime que la sociedad, pese que aprecia los avances científicos y tecnológicos, aún no ha desarrollado una visión de la ciencia como componente inexcusable de la cultura de la sociedad y sus ciudadanos. Se puede concluir, por tanto, que el desarrollo apropiado de una cultura científica bien arraigada constituye un requisito obligatorio para cualquier pueblo que desee transformar su economía, de una tradicional de bienes, a una economía basada en la generación de conocimiento e información.



Fig 10. Contrato implícito tradicional entre ciencia y sociedad aún vigente: La ciencia como actividad privativa de un grupo profesional donde la sociedad no tiene acceso al proceso de creación científica, solo a sus resultados

Sociedad del conocimiento y cultura científica

"Lo que distingue a los pobres de los ricos no es solo que tengan menos bienes (activos), sino también que están ampliamente excluidos de la creación y beneficios del conocimiento científico"
UNESCO

Como consecuencia de la industrialización del siglo pasado la sociedad de hoy se encuentra en una nueva etapa del desarrollo en el cual el conocimiento y la información han pasado a convertirse en el 'sistema de soporte vital' (life-support system) (COSCE, 2007) y constituyen el motor de los avances científicos y tecnológicos actuales. Esto les confiere un papel central en los procesos productivos mundiales, al punto que el calificativo más frecuente que suele dársele es el de sociedad de conocimiento. La emergencia de este nuevo paradigma significa que el factor más importante no es ya la disponibilidad de capital, mano de obra, materias primas o energía, sino el uso intensivo del conocimiento y la información. Esta revolución si bien presenta una nueva forma de producción basada en la investigación como el principal generador de materia prima igualmente significa una transformación en la forma de comunicar el conocimiento, en donde el conocimiento y la información circulan más que antes por las diversas capas sociales y circulan en una cantidad y una velocidad nunca antes imaginadas, convirtiéndolo en un proceso socialmente distribuido de escala global. Por consiguiente estas nuevas

formas de producción y disseminación caracterizadas por la intervención de múltiples actores, transforman la responsabilidad, que tradicionalmente recaía en unos pocos especialistas reconocidos, en una responsabilidad más amplia con carácter social.

Para la UNESCO la democratización de la ciencia y sus conocimientos plantea grandes metas entre las que se destacan:

- 1- La ampliación del conjunto de seres humanos que se benefician directamente de los avances de la investigación científica y tecnológica, la cual debiera privilegiar los problemas de la población afectada por la pobreza; y
- 2- La expansión del acceso a la ciencia, entendida como un componente central de la cultura.

La situación mundial actual presenta una realidad donde la transición a la sociedad del conocimiento no es asimilada de forma pareja por todas las regiones del orbe, produciendo el aumento del desequilibrio entre aquellos que poseen el conocimiento y los que carecen de ellos, "engendrando así desigualdades crecientes en el seno de los pueblos y entre las naciones de nuestro planeta" (6).

Si bien el conocimiento científico y tecnológico ha producido aplicaciones que han sido de gran beneficio para la humanidad es claro que estos beneficios no están repartidos equitativamente ampliando la brecha entre los países industrializados y los países en vía de desarrollo, el Informe del Instituto de Investigaciones de la UNESCO (7) muestra como los esfuerzos en Ciencia y Tecnología están lejos de estar distribuidos con equidad en el mundo, y como los recursos de C y T aún están

⁶ deFreitas, L. et al. *Carta de la Transdisciplinariedad*, 1994, p.1

⁷ UNESCO, *Declaración de Santo Domingo*, 1999

concentrados en unas pocas regiones 'ricas' privilegiadas, similar afirmación se puede encontrar en la Declaración sobre la Ciencia y el uso del Conocimiento Científico (8): "Así como el conocimiento científico se ha convertido en un factor crucial en la producción de riqueza, su distribución se ha vuelto menos equitativa. Lo que distingue a los pobres (sean estas personas o países) de los ricos no es solo que tengan menos bienes (activos), sino también que están ampliamente excluidos de la creación y beneficios del conocimiento científico." Es un hecho que la debilidad científica y tecnológica de los países en desarrollo constituye una de las causas por las cuales su incipiente inserción en la emergente sociedad del conocimiento tiene un carácter dependiente y marginal que, de llegar a consolidarse, dificultará enormemente la superación de la inequidad social y del deterioro ambiental prevaleciente en los mismos, para empeorar la situación, en muchas de las ocasiones la aplicación de los avances científicos y tecnológicos por parte de las potencias desarrolladas en sectores menos desarrollados es causante, así mismo, de desequilibrio y exclusión social. Esta brecha en expansión entre las capacidades científicas y tecnológicas de los países desarrollados y los países en desarrollo es una de las principales manifestaciones contemporáneas de la persistencia del subdesarrollo, y también uno de sus mayores causantes (9), esto implica que casi todo el esfuerzo científico mundial se concibe desde y para los países desarrollados siendo un problema fundamental cuyo estudio y corrección deben privilegiarse (ver fig.11). De la capacidad de la comunidad científica para lograr una

identificación de la sociedad con el proceso y los logros del conocimiento científico se determinara su éxito en establecer su trabajo como componente principal de la cultura de los pueblos, en miras a alcanzar una equidad en la carrera de la adquisición del conocimiento. Ciertamente el conocimiento científico comienza a hacerse un campo como un aspecto relevante de nuestra cultura y como un producto de nuestra forma de vivir, sin embargo, es un hecho que aún estamos muy lejos, principalmente en los países subdesarrollados, de construir una verdadera cultura científica que nos encamine a una apropiación del conocimiento. El alcanzar esta meta constituye el primer paso a alcanzar una reconciliación entre la deteriorada relación ciencia-cultura.

Para el físico teórico Basarab Nicolescu (10) en la visión contemporánea ciencia y cultura ya no tienen nada en común y por eso se habla de la ciencia y de la cultura como elementos separados cuya relación difícilmente se vislumbra, la crítica de Nicolescu se centra en la extrema exclusión que genera esta mirada en la cual la misma la ciencia no tiene acceso a la nobleza de la cultura y la cultura no tiene acceso al prestigio de la ciencia, por tanto, aunque se comenzara a considerar a la ciencia como parte de la cultura, estaríamos retrocediendo al generar una cultura científica con una conciencia social a medias completamente separada de la cultura humanista, percibiéndose una a la otra como antagónicas. Se trata de una divergencia generada principalmente por el tipo de valores que presenta el mundo científico y el mundo humanista, los cuales dado que son tan distintos tienden a cerrarse

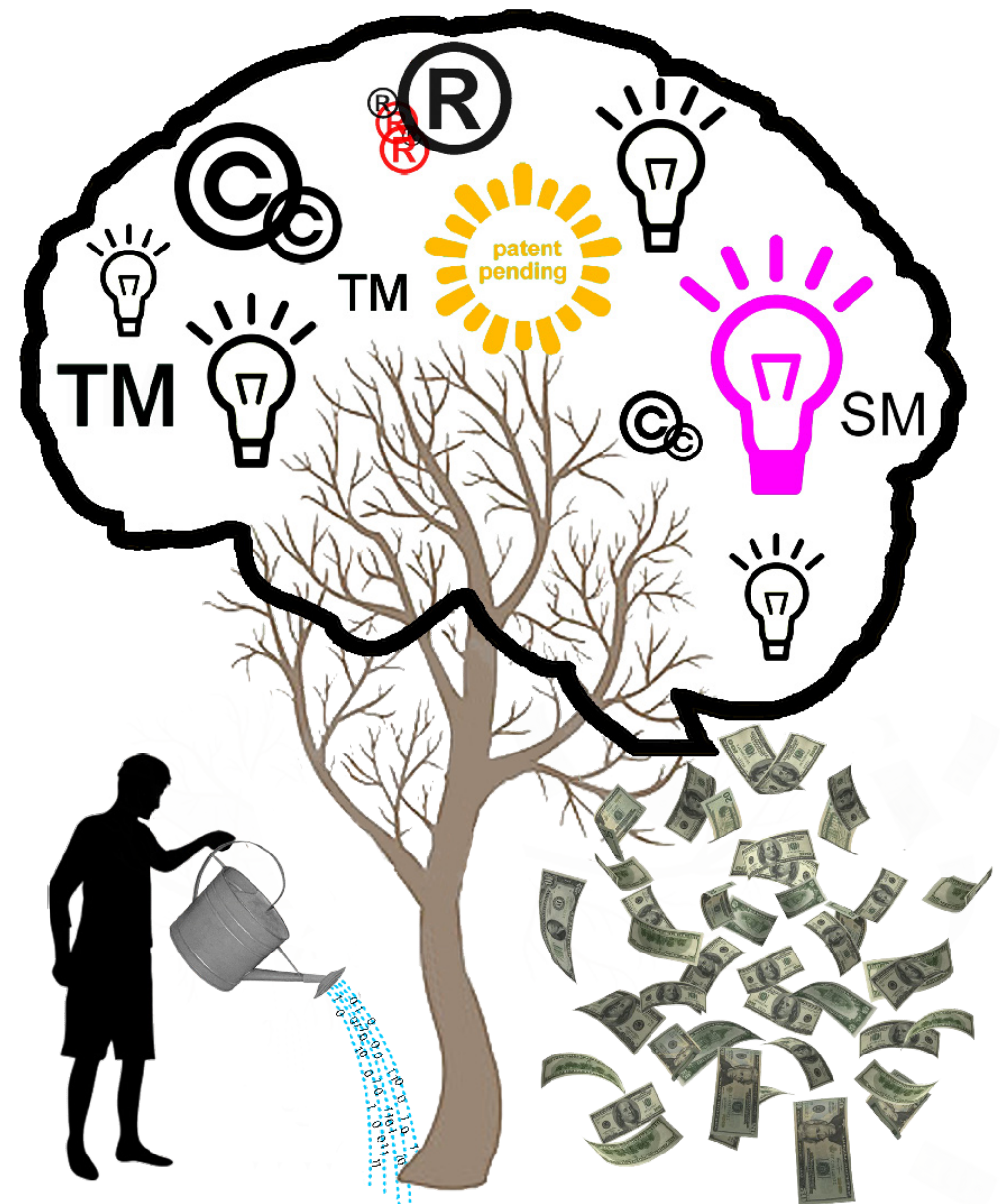
⁸ UNESCO, *Declaración sobre la Ciencia y el uso del conocimiento científico*, 1999, p.1

⁹ Quiroga. *Ciencia e incertidumbre. Dilemas de la divulgación científica Latinoamericana*, 2001

¹⁰ Nicolescu. *La Transdisciplinariedad: Manifiesto*, 1996

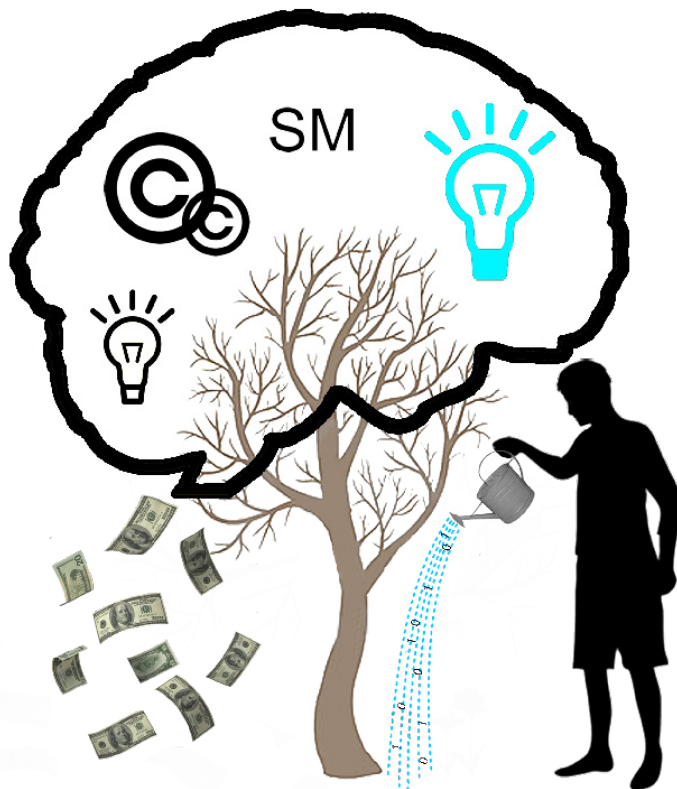
herméticamente entre sí, no obstante, Nicolescu reconoce la aparición de signos de acercamiento entre estas dos culturas sobre todo en el diálogo entre ciencia y arte, el cual considera como eje fundador del diálogo entre cultura científica y cultura humanista (ver fig.12), y por supuesto centra sus esperanzas en el advenimiento de una cultura transdisciplinaria, que “minimice las tensiones de la vida en el planeta”, a través de un “nuevo tipo de educación que comprenda todas las dimensiones del ser humano” (11).

Para poder consolidar una cultura científica-humanista es necesaria una nueva educación dirigida en la dirección de un “aprender a conocer”, es decir, enfocada en “aprender los métodos que nos ayuden a distinguir lo real de lo ilusorio y a acceder, de manera inteligente, a los saberes de nuestra época” (Nicolescu, 1996), de forma que nos orienten al máximo aprovechamiento de sus beneficios. Para ello, es indispensable el espíritu científico, “como una de las mayores adquisiciones de la aventura humana” (Nicolescu, 1996, p. 94,) , el cual según Nicolescu en lo absoluto debe estar basado en el aumento desenfrenado de la enseñanza de materias científicas, ni la construcción de un mundo interior fundado en la abstracción y la formalización, ya que este exceso, sólo conduciría al opuesto exacto del espíritu científico. Ciertamente no es la asimilación de una masa de conocimientos científicos lo que permitiría el acceso al espíritu científico, sino la calidad de lo que se enseña, hacer penetrar al niño, al adolescente o al adulto en el corazón mismo del proceso científico, que es el cuestionamiento permanente en relación con la resistencia



¹¹ Nicolescu. *La Transdisciplinariedad: Manifiesto*, p.93, 1996

a los hechos, las imágenes, las representaciones y las formalizaciones, igualmente, aprender a conocer también quiere decir ser capaz de establecer puentes -puentes entre los diferentes saberes, entre los saberes y sus significados en la vida cotidiana, entre los saberes, los significados y nuestras capacidades interiores. La iniciación precoz del individuo en este proceso es indispensable de forma que se le permita acceder, desde el principio de la vida humana, a la riqueza del es-



píritu científico, "basado en el cuestionamiento, en el rechazo a cualquier respuesta prefabricada y a cualquier certeza que contradiga los hechos" (Nicolescu, 1996, 94); igualmente este contacto temprano con mentes libres de prejuicios facilitaría el moldeo a una nueva forma de pensamiento convergente e integrador.

No existe una receta o metodología única a la cual se puede optar en miras a alcanzar estos objetivos, sin embargo, si queremos arrancar desde la base el ejercicio de una divulgación científica dinámica, apoyada en formas de educación informal experimentales y atractivas a la población joven, presenta muy buenas condiciones para ser implementadas en un proceso de iniciación educativa. El aspecto experimental de este enfoque permitiría que el "aprender a conocer" se complementara con un "aprender a hacer" ya que el asegurar condiciones óptimas de realización de las capacidades creadoras también forma parte de la verdadera construcción de un individuo (Nicolescu, 1996), preferiblemente dentro del marco de una mirada integral e incluyente de modo que podamos tener una conciencia de los verdaderos alcances de nuestros logros y de su impacto en la cultura: en la sociedad del conocimiento, el conocimiento pierde valor por sí mismo, lo importante ya no es poseer la información o el conocimiento sino la sabiduría que se genera a partir de él. Evidentemente en esta empresa las nuevas formas comunicativas y la facilidad de acceso a la red juega un rol principal, apuntando

Fig 11. La capacidad de un país de generar nuevo conocimiento determina sus oportunidades de desarrollo económico y social

a transformar el aprendizaje en placer y el placer en aprendizaje, a través del aprovechamiento de la inmensa gama de posibilidades tecnológicas que nos pueden llevar a desarrollar una verdadera inteligencia colectiva.

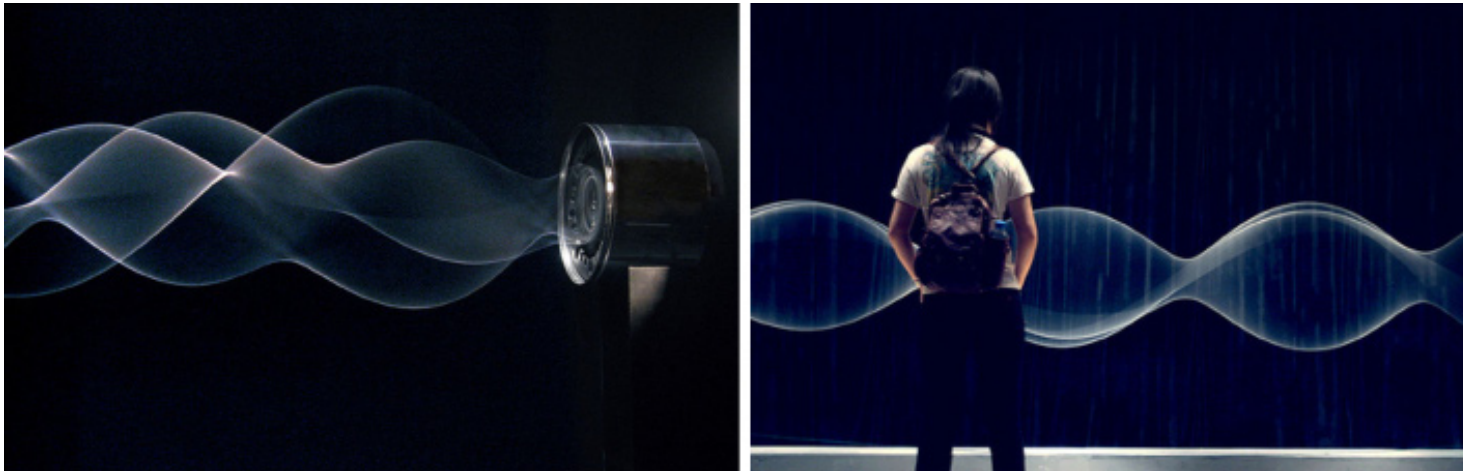


Fig 12. "Waves" del artista Daniel Palacios representa fenómenos como la vibración, el sonido y el caos a través de una instalación artística interactiva

Ciencia, fragmentación disciplinaria y Universidad

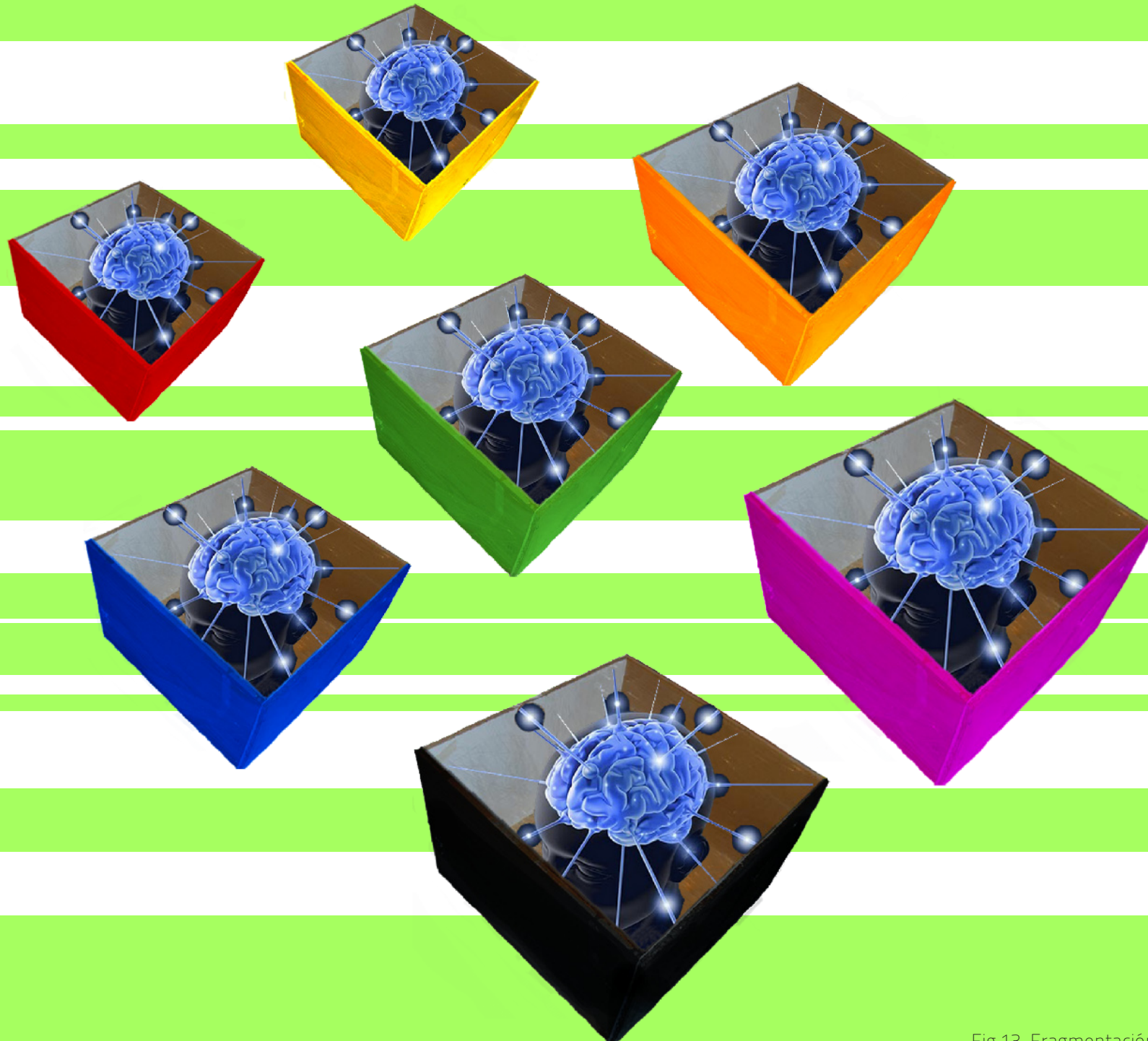


Fig 13. Fragmentación del conocimiento

El término "disciplina" surgió como consecuencia del desarrollo de la ciencia y el surgimiento de las universidades -siglo XII-, en el momento en que éstas comenzaron a conformar sus programas de enseñanza y se comenzó a fragmentar el conocimiento por razones prácticas (12), sin embargo, como consecuencia de la explosión de nuevos conocimientos científicos que experimentó la humanidad en el siglo XVII, y fuertemente inspirados en el deseo mecanicista de dividir este conocimiento del universo en sus componentes constitutivos a fin de poder estudiar y develar la totalidad de sus secretos de forma individual, es que la ciencia clásica y la universidad fortalecen el concepto de disciplina con el objeto de delimitar, organizar y categorizar el conocimiento según la naturaleza y el objeto de estudio del mismo. Es durante este período que surgen disciplinas "base" para la ciencia moderna como la física, la química y la biología, que se convertirían en el punto de partida para una ramificación exponencial a la cual sería sometido el conocimiento en años posteriores hasta llegar a nuestros días, en un proceso fragmentario que generaría un número cada vez más grande de disciplinas autónomas que intentan diferenciarse por su lenguaje, sus



técnicas y métodos, así como por las teorías de las que se sirven en su evolución, tanto en el plano de los contenidos que abordan como de la metodología que utilizan. Evidentemente mientras más profunda sea esta diferenciación entre disciplinas más difícil será establecer una comunicación entre las mismas, esto, amplificado a cientos de posibles relaciones pone en riesgo la consolidación de una posible unidad del conocimiento.

La resistencia del mundo científico a acoger de forma total una visión integral de la práctica científica se debe en parte al increíble progreso científico alcanzado por la humanidad gracias a esta explosión disciplinar, unido, a su vez, a un egoísmo disciplinar generalizado producto de este



¹² Majela Guzmán. *El fenómeno de la interdisciplinariedad en la ciencia de la información: contexto de aparición y posturas centrales*, 2005

mismo éxito. Es paradójico que a pesar del reconocimiento de la existencia de una creciente complejidad en la estructura de la realidad es un hecho que la misma se nutre de la explosión de la investigación disciplinaria y ha determinado, a su vez, una aceleración de la multiplicación de las disciplinas sin precedentes (Nicolescu, 1996).

Esta dualidad divide el horizonte disciplinario en dos direcciones, si bien por un lado se han abierto fronteras disciplinarias y se han generado puentes de integración importantes, por otro lado la especialización continúa señalando distinción delimitando cada vez con mayor nitidez los bordes de las disciplinas. En este sentido se advierte una plena expansión del universo parcelario discipli-



nario actual a consecuencia de una tecnociencia sin frenos, sin valores, y sin otra finalidad que la eficacia por la eficacia (Nicolescu, 1996). De forma casi inevitable el campo de cada disciplina se vuelve más agudo, tornando la comunicación entre las disciplinas cada vez más difícil y hasta imposible, especialmente en un medio científico que tradicionalmente ha mostrado una tendencia a encerrar sus secretos valiéndose precisamente del confinamiento que ofrecen sus disciplinas provocando una escasez en la accesibilidad de la información para quien no pertenezca a su mismo gremio y produciendo un terrible ensimismamiento del conocimiento.

(ver fig.14)

Según Wallerstein (Guzmán, 2005) existen tres dimensiones principales para el análisis de las implicaciones directas de la disciplinaria: la distinción o diferenciación de la comunidad científica, de las estructuras o esquemas mentales que comparten estos profesionales y su proyección en las estructuras institucionales en vigor. Por lo tanto, la disciplinaria, que constituye la noción base de la distribución del conocimiento, se refleja no sólo en la diferenciación intelectual de los



Fig 14. La industria y la academia se han encargado de establecer las estructuras corporativas necesarias para "resguardar" el conocimiento

saberes, sino en la demarcación de la comunidad académica y en el establecimiento de las estructuras corporativas correspondientes. Estas estructuras, encargadas del resguardo del conocimiento, son las principales culpables de fomentar el comportamiento competitivo y egoísta dentro del accionar científico y de fortalecer la tendencia a la separación: "el ansia del profesional de la ciencia por obtener y publicar los resultados demostrables de su trabajo hacen que no tenga tiempo de mirar al otro lado del cristal, y donde se puede decir que un bioquímico sabe tanto de física de partículas como cualquier hombre de la calle, así como un astrónomo posiblemente no tiene ni idea de cómo funcionan sus propios genes" (13). Esta situación es favorecida a su vez por el desarrollo de una lógica de intereses políticos y económicos de las industrias propietarias (casas editoriales, asociaciones profesionales, compra y venta de licencias de uso, universidades, etc.) que imponen un régimen casi mercenario de identidad y propiedad que restringe el libre flujo del conocimiento (14). Es importante además señalar el papel de la universidad, quien como principal ente promotor del conocimiento científico, por mucho tiempo ha contribuido enormemente en la construcción de esta demarcación disciplinar al favorecer el desarrollo acelerado de una cultura científica sin sentido que niega al sujeto y el papel de la sociedad.

Para Wallerstein (Guzmán, 2005) a lo que concuerdan otros pensadores como Morin, esta demarcación del territorio académico no funciona con eficacia hoy en día, actualmente, la rigurosa "disciplinarización del conocimiento" se convierte

en una tarea de carácter quimérico y poco práctico, aunque existen aún defensores de este paradigma por razones puramente prácticas y organizativas. Es imposible reducir la complejidad de los nuevos problemas y fenómenos científicos a una aislada y estricta visión disciplinaria para lo cual, según Morín (*Sobre la interdisciplinariedad*, 1994) la complejidad aludida debe ser enfrentada a partir de un cambio de visión o perspectiva científico-metodológica que nos encamine a lograr la apertura tan necesaria para comenzar un proceso de interacción que conduzca a un mayor enriquecimiento de la percepción científica de la realidad. Ello remite a la necesidad que tiene toda disciplina académica, tanto de un desarrollo interno como de interactuar con otros campos en la búsqueda de diferentes visiones sobre su objeto de estudio y de mantenerse al día sobre la evolución de los paradigmas y las concepciones científicas (ver fig.15). No resulta en ningún modo fructífero aislar un campo de conocimientos de la totalidad del entramado del conocimiento humano (15), principalmente en una época marcada por un acelerado desarrollo de las tecnologías de información y comunicación que promueven y facilitan una libertad comunicacional global nunca antes experimentada.

Para la universidad como institución es indudable que la explosión disciplinar unido a los fuertes intereses del mercado actual amenazan seriamente con disolver la integridad comunitaria universitaria fragmentándola y creando divisiones que se vislumbran inevitables y peligrosas. Es un hecho que históricamente el mundo académico universitario se ha carac-

¹³ Wangensteen. *Divulgar La Ciencia En El Siglo XXI*, 1999

¹⁴ Figueroa. *Los retos de la investigación transdisciplinar*, 2006

¹⁵ Majela Guzmán. *Interdisciplinariedad y disciplinariedad en el marco de las ciencias social*, 2005

terizado por los puntos de vista alternativos que le han dado riqueza y variedad a su pensamiento, así como por divisiones y agrupamientos varios y movibles dentro de la institución, sin embargo, a diferencia de épocas anteriores en que esta situación no trascendía en gran medida a la sociedad, en la época actual el refuerzo de las diferenciaciones y la ausencia de un sentido de comunidad dentro de la universidad, y más aún de hechos concretos que la manifiesten, es un problema que repercute más allá de los límites académicos. (16) Si bien podemos hablar aún de la existencia de una comunidad universitaria estudiantil en el sentido de personas que conviven en un mismo campus, compartiendo en cierta medida metas e ideas así como una identidad institucional muchas veces muy arraigada, no podemos así hablar de la existencia de una verdadera comunidad académica o investigativa global dentro de la universidad más allá de las "micro-comunidades" que se desarrollan independientemente dentro de cada escuela o gremio;

llámese comunidad científica, comunidad artística, comunidad de ciencias sociales, etc; cuyos puntos de vista, objetivos e intereses tienden a diferir considerablemente incluso dentro

de sus propios "límites comunitarios" dificultando así, el diálogo y la convergencia con otras comunidades haciendo casi imposible la consolidación de una unidad y un rumbo común.

En la compleja era actual es una realidad que el resquebrajamiento y división de los discursos y lenguajes de los universitarios y la dificultad no solo para entenderse, sino hasta para comunicarse entre sí tiene consecuencias directas en la sociedad, que ve disminuida su capacidad para enfrentar problemas cada vez más complejos que requieren múltiples enfoques y soluciones. Para Durand (1998) una pérdida de comunidad entre los académicos termina en una pérdida de sentido de comunidad en la sociedad más amplia que cobija a la universidad (ver fig.16). Para que la actividad de enseñanza en la universidad contribuya eficazmente a crear un sentido de comunidad es neces-



"Estoy a punto de lograr un gran avance, pero también estoy en el punto donde la química termina y la física comienza, así que voy a tener que abandonarlo todo"

Fig 15. Egoísmo científico según el caricaturista Sidney Harris

¹⁶ Durand. *¿Es inevitable la fragmentación de la universidad?* 1998

ria la apertura, el desarrollo de distintos puntos de vista y la inclusión de una dimensión interdisciplinaria que permita al estudiante una experiencia más amplia que la estrictamente relacionada con su área de especialización, Morín (1994, p.3) amplía en una de sus reflexiones alrededor del tema interdisciplinar: "... la historia de las ciencias no es sólo la historia de la constitución y de la proliferación de las disciplinas sino también aquella de la ruptura de las fronteras disciplinarias, de la

usurpación de un problema de una disciplina por otra, de la circulación de conceptos, de la formación de disciplinas híbridas que van a terminar por atomizarse, en fin, es también la historia de la formación de complejas y diferentes disciplinas que se suman al tiempo que se aglutinan; dicho de otro modo, si la historia oficial de la ciencia es la de la disciplinariedad, otra historia ligada e inseparable, es la de la inter-trans-poli-disciplinariedad."

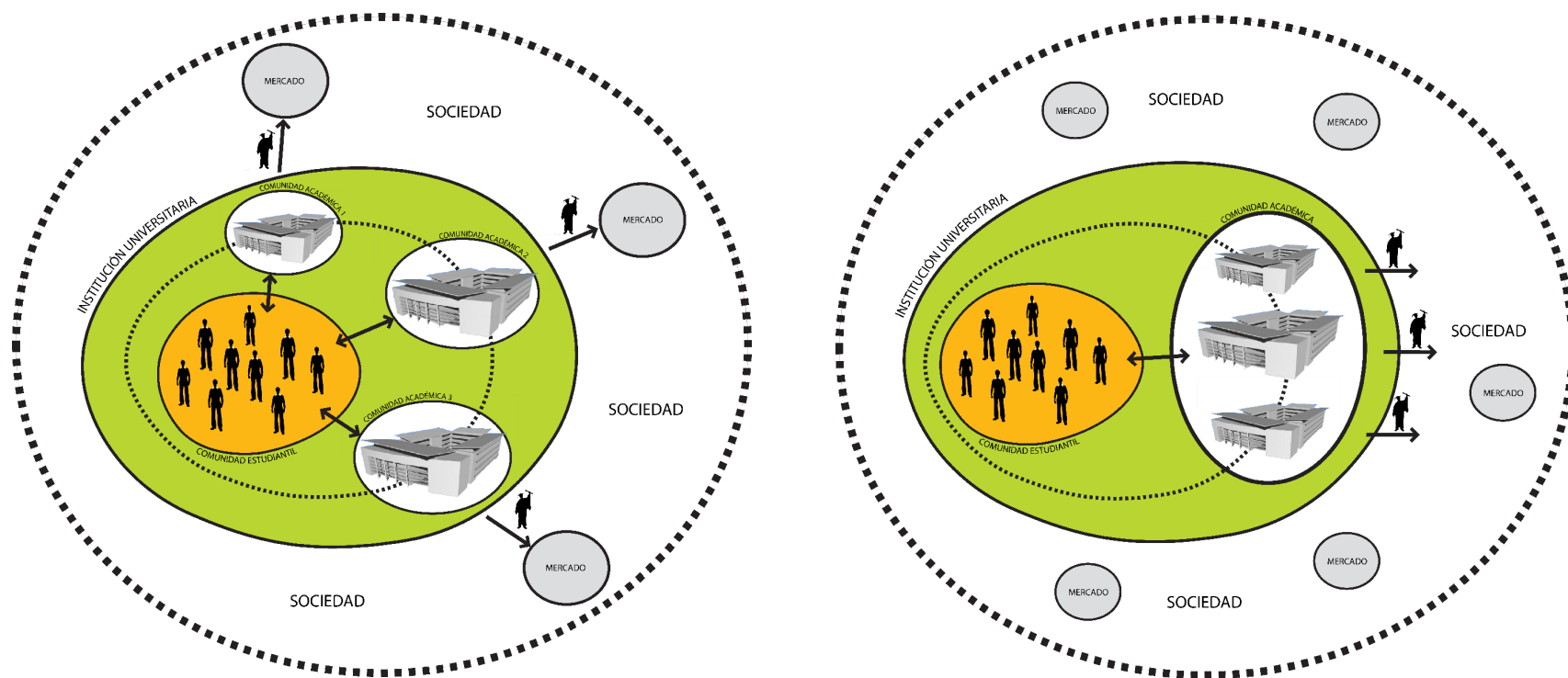


Fig 16. La pérdida de comunidad académica conduce a un desvirtualización del papel social de la universidad

La universidad costarricense: Caso TEC (Tecnológico de Costa Rica)

La creación del Instituto Tecnológico de Costa Rica se aprobó legislativamente el 10 de junio de 1971 como una iniciativa planteada en la administración Trejos Fernández, para desarrollar un centro de preparación de técnicos medios. La propuesta obedecía, en particular, al reclamo de una industria (orientada al Mercado Común Centroamericano), que requería profesionales medios más identificados con sus intereses más especializados, para generarlos en plazos cortos, con mejor adecuación al trabajo y con una formación más controlada por ellos (17). Sin embargo, esta nueva institución, formadora de técnicos, rápidamente se orientaría a convertirse en una nueva universidad estatal que lo llevaría a experimentar un acelerado crecimiento tanto de su población estudiantil como de su oferta académica. Así, partiendo de las tres primeras carreras que se comenzaron a impartir en 1973 (Ingeniería en Construcción, Ingeniería en Producción Industrial e Ingeniería en Mantenimiento Industrial), la cantidad de carreras se multiplicó a 16 para 1982, pasando además de 87 estudiantes a

2218 para ese mismo año (Ruíz 2000). Esta rápida expansión conduciría, para la segunda mitad de los años 80, a una mayor consolidación de su infraestructura, creando importantes centros de investigación y desarrollo y expandiendo sus espacios académicos y profesionales.

Actualmente el TEC, junto a la UCR (Universidad de Costa Rica) y la UNA (Universidad Nacional) constituye una de las instituciones nacionales autónomas de educación superior universitaria más grandes e importantes del país, con una oferta académica de más de 22 carreras y más de 9000 estudiantes matriculados, y que a través de la docencia, la investigación y un fuerte enfoque en la extensión de la tecnología y ciencias conexas han contribuido de gran manera al desarrollo del país. La naturaleza científico-tecnológica de la oferta académica del TEC es uno de los principales motivos de la consolidación, crecimiento y demanda que la institución experimenta hoy en día, al coincidir con un momento histórico en donde el conocimiento científico alcanza un rol cen-



Fig 17. Collage TEC

¹⁷ Ángel Ruíz: *Historia de Universidad en Costa Rica, Entorno Sociopolítico creación y evolución de las universidades*, 2000

tral en la adquisición de riqueza y el desarrollo de los pueblos, además de vislumbrarse como la panacea a los principales males mundiales.

En este panorama el TEC, pese a haber sido creado en un principio como respuesta a las crecientes necesidades industriales del país, posee, al igual que las demás universidades estatales, una responsabilidad social clara que la obliga a ser crítica de la realidad social en que vive y a centrar su accionar académico en miras a enfrentar esa realidad por encima de los intereses privados. El concepto de comunidad académica universitaria se convierte aquí en un tema prioritario y una meta a alcanzar por parte, no solo del TEC, sino de cualquier universidad del país comprometida con buscar una solución a los problemas nacionales.



Fig 18. Logo del proyecto Spiderbot desarrollado por el TEC en colaboración con Intel

Si bien consolidar una comunidad académica en la universidad costarricense constituye una empresa en extremo difícil es necesario dar inicio a este proceso a partir de los escenarios que presenten mayor viabilidad y menor resistencia a la convergencia, (lo cual no quiere decir que por ser menor sea poca). En este sentido el caso del TEC representa un escenario favorable ya que, si bien la rapidez con que la institución amplió su oferta de carreras significó de igual manera una rápida ampliación en la variabilidad de discursos y puntos de vista, la institución posee una ventaja con respecto a otras universidades que consiste en compartir un carácter y un espíritu científico-tecnológico que la identifica y que, si bien es cierto, se trata de un campo vastamente diverso y muchas veces discordante, presenta una cierta afinidad en sus componentes que permite hasta cierto punto reducir las divergencias de una manera más sencilla a si, por ejemplo, se tratase de comunidades completamente "heterogéneas" como podrían ser la científica y la humanística. Esto se traduce en una mayor oportunidad de comenzar a tejer relaciones interdisciplinarias que pueden ir expandiéndose.

El tema de la interdisciplinariedad, necesario para afianzar la comunidad universitaria, no es ajeno para el TEC que en los últimos años ha promovido la investigación y el apoyo entre disciplinas a través de algunos proyectos de importancia para la institución. El Programa de Investigación en Nanotecnología (ver fig. 18) es el mejor ejemplo, el mismo incluye la participación de las escuelas de Ingeniería Electrónica, Ingeniería de materiales, Química, Física, Biología y el área académica del

Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo; al igual que el Proyecto Spiderbot que también permite la confluencia de varios campos como la Ingeniería Electrónica, la Física y la Ingeniería en Computación (18). Además de otros proyectos investigativos de menor escala que, de igual forma, implican la colaboración de más de una escuela, y lo más importante, buscan generar un impacto benéfico para el país.

Los principales participantes de estos proyectos son los centros de investigación del TEC; 9 en total (ver fig.19); los cuales constituyen importantes componentes de la institución cuya función es fomentar, encauzar y dirigir la actividad profesional investigativa dentro de las diferentes escuelas a las que forman parte, además de proyectar este tipo de actividad hacia fuera de la institución, en ocasiones incluso a través de colaboraciones con otros centros de educación superior.

No obstante, la labor colaborativa e interdisciplinaria expuesta anteriormente se da con menor frecuencia e intensidad de la que se esperaría y realmente no se puede decir que exista una verdadera cultura interdisciplinaria dentro de la institución (aunque si existe una noción) y, por lo general, a lo interno, los centros se manejan de forma independiente y aislada unos de los otros, limitando el tipo de interacción más frecuente a la prestación de servicios que algunos de ellos ofrecen, dada su naturaleza multidisciplinaria, ejemplos de este tipo son el Centro de Investigaciones en Computación (CIC) o el Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC) que constantemente brindan servicios técnicos y de análisis a varias escuelas y carreras, sin que con ello se dé un



Fig 19. Collage: centros de investigación dentro del TEC

¹⁸ Página Web principal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC)

verdadero cruce disciplinar.

Por otro lado, es un hecho que resulta difícil promover una actividad si no se cuentan con los espacios idóneos para llevarla a cabo y en el caso del TEC el espacio físico no contribuye con la convergencia académica ni social. Lamentablemente, no se puede hablar de la existencia de entornos de encuentro profesional adecuados que faciliten o tan siquiera estimulen el interés en este tipo de colaboraciones cruzadas. La poca visión y planificación en el ordenamiento del campus, producto quizás de su acelerado crecimiento, han resultado en un conjunto fragmentado que tiende a segregar los edificios y los espacios entre los mismos logrando en pocas ocasiones puntos de encuentro que no sean meramente de transición o circulaciones.

En un panorama más amplio el TEC presenta las mismas virtudes y defectos que la mayoría de las universidades estatales del país, ya sea en un mayor o menor grado, sin embargo, presenta la gran ventaja de que se trata de una universidad relativamente joven y en plena expansión (plan), que comparte un mismo espíritu científico y tecnológico que le facilita el identificarse como una comunidad e intentar seguir un rumbo compartido que le ofrece un lienzo de posibilidades infinitas. La combinación de estos factores, unido a una conciencia universitaria global acerca de los peligros del pensamiento fragmentado, una visión integral de los complejos problemas que nos afectan y una planificación estructurada pueden dar como resultado una universidad realmente revolucionaria y rompedora de barreras como nunca se ha visto en el país.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar un centro de investigación para el ITCR (Instituto Tecnológico de Costa Rica) sustentado en un enfoque interdisciplinar, en donde las actividades de producción y divulgación científico-tecnológico converjan como procesos integrales en un mismo espacio compartido, esto con el fin de promover una mayor integración científico-cultural en la sociedad costarricense.

Objetivos específicos

- Identificar, con base al modelo de aprendizaje experimental y a las nuevas teorías de la comunicación lineamientos a aplicar en la organización y diseño de espacios de exhibición y aprendizaje asociados a posibles centros de ciencia y tecnología, con el objetivo de intensificar la conexión del individuo con el ambiente educativo.
- Reevaluar y reformular el concepto de laboratorio como unidad hermética por medio de la utilización del enfoque transdisciplinar como eje conductor en el diseño de entornos de investigación, con el fin de determinar las posibles condiciones idóneas que permitan el intercambio de ideas entre grupos profesionales heterogéneos.
- Proponer vínculos externos entre el proyecto y su contexto inmediato a través de la utilización de componentes urbanos de distinto tipo, con el propósito de lograr una integración con las actividades del campus así como una proyección hacia los alrededores del mismo.

Capítulo 2

Marco Teórico

1ra parte:

Ciencia Social

Innovar en la intersección

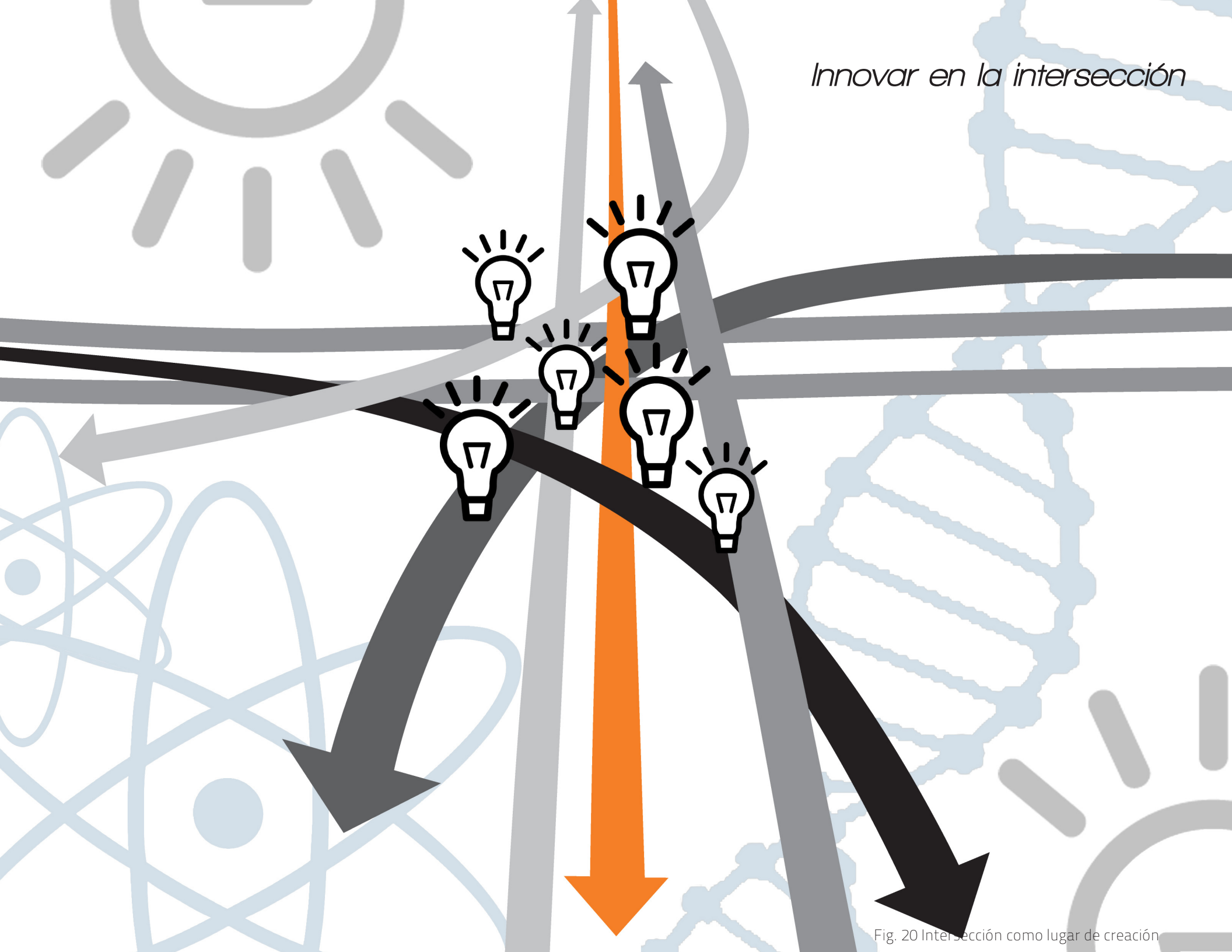


Fig. 20 Intersección como lugar de creación

"La ciencia disciplinar ha muerto. Ha acabado. La mayor parte de los avances implican múltiples disciplinas. Cada vez es menos frecuente ver estudios firmados por un solo autor. A menudo, los autores pertenecen a disciplinas distintas"

ALAN LESHNER

Director General – AAAS

(Asociación Americana para el Avance de la Ciencia)

La convergencia será el paradigma emergente que definirá la manera de trabajar y hacer investigación en el futuro, sin embargo es indudable que este debe sobrepasar aún una serie de obstáculos para convertirse en un enfoque verdaderamente transformativo.

Desde el punto de vista de la ciencia la convergencia se puede definir como el proceso mediante el cual la fusión de tecnologías, disciplinas o métodos en un todo unificado da pie a la generación de nuevos caminos y oportunidades. El mismo involucra el encuentro de diferentes campos de estudio a través de la colaboración de varios grupos de investigación, así como la integración de enfoques y puntos de vista tradicionalmente vistos como opuestos y potencialmente contradictorios.

El crecimiento de la "revolución convergente" involucra, sin lugar a dudas, un cambio de paradigma, sin embargo, esta vez no podemos hablar de un cambio que se vaya a dar dentro de una sola disciplina sino más bien de un amplio repensamien-

to de como la investigación científica puede ser conducida, de forma que se pueda capitalizar en rango más extenso de bases del conocimiento, ya sea desde la microbiología hasta la ciencias de la computación, o desde la ingeniería hasta el diseño. En otras palabras la "revolución convergente" no descansa en un avance científico en particular; como ocurrió por ejemplo a principios del siglo XX con la teoría de la relatividad o la revolución cuántica; sino más bien en un enfoque integrado para lograr nuevos avances.

Para Frans Johansson (*El Efecto Medici*, 2005) esta convergencia científica constituye un elemento indispensable para lo que el llama "Innovación en la Intersección". Existen ideas direccionales e ideas interseccionales, las primeras se caracterizan por avanzar en campos específicos y en direcciones establecidas, estas ideas tienen una dirección predecible y su objetivo principal suele ser la mejora, razón por la cual suelen obtenerse con relativa rapidez y siempre valiéndose de conocimiento experto. Por otro lado, las ideas interseccionales combinan varios campos, avanzan en distintas direcciones, tienden a abrir campos nuevos y no explorados y en general proporcionan una nueva fuente de innovación direccional que puede ser explotada por largo tiempo (ver fig.21).

Para Johansson la intersección es justamente el lugar o espacio, en el sentido más amplio de la palabra, en el que se crean estas ideas interseccionales. La Intersección aumenta drásticamente las oportunidades de que ocurran combinaciones extraordinarias que se materializan en ideas interseccionales, ideas que al mismo tiempo se ven exponenciadas por la can-

tividad de componentes que se entrecruzan en la intersección. Otros factores como el movimiento de las personas (migraciones actuales) y la revolución informática aceleran igualmente la generación de intersecciones (19).

Para que la intersección y por ende la innovación se den exitosamente es necesario, sin embargo, romper las barreras existentes entre los diferentes campos, estas barreras se encuentran principalmente en la mente de las personas especializadas y reciben el nombre de barreras asociativas. El nivel de arraigo de estas barreras dentro de las disciplinas determina en gran medida su grado de apertura, las posibili-

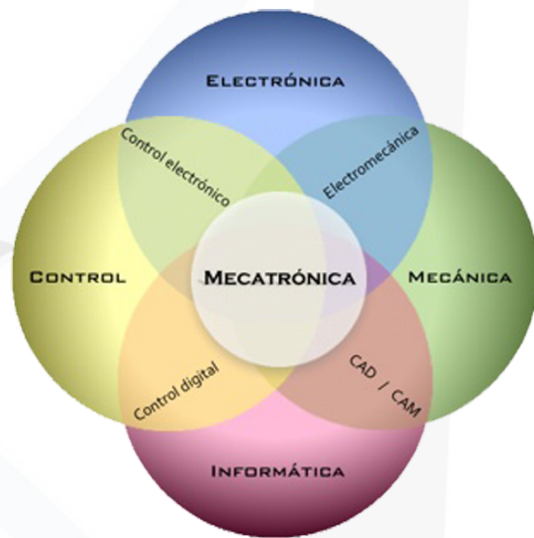


Fig. 21 La ingeniería mecatrónica constituye un buen ejemplo de una disciplina que surge producto de la intersección

dades de intercambio con otras disciplinas y los tipo de relaciones que se pueden establecer (ver tabla 1).

Dentro de este espectro el movimiento interdisciplinario constituye actualmente la principal manifestación de la apertura disciplinaria y por lo tanto la principal herramienta para la innovación, la hibridación y la generación de conocimiento dentro de las estructuras sociales y académicas. Hoy en día cuando hablamos de convergencia científica estamos hablando de interdisciplina razón por la cual resulta evidente que si deseamos generar ideas innovadoras debemos primero promover la creación de entornos acondicionados para el trabajo interdisciplinario. Para Elichiry (20) se requieren cinco prerequisites para la interdisciplina:

1. Trabajo en equipo: formación de actitudes cooperativas en el grupo.
2. Intencionalidad: que la relación entre las disciplinas sea provocada.
3. Flexibilidad: que exista apertura, sin actitudes dogmáticas.
4. Cooperación recurrente: que haya continuidad para lograr la cohesión del grupo.
5. Reciprocidad: lleva al intercambio de métodos, conceptualizaciones, técnicas, etc

Sin duda la interdisciplina inicia en la mente pero, como bien lo señala el punto 2, la relación entre las disciplinas debe ser provocada a fin de conseguir la ansiada apertura mental, en este sentido el espacio puede llegar a tener un rol principal como dispositivo de arranque.

¹⁹ Johansson. *El Efecto Medici*, 2005

²⁰ Citada por Aznavurian. *La interdisciplina y la necesidad de integrar el conocimiento*, 2011

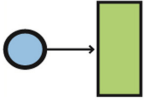
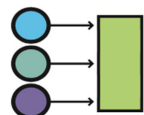
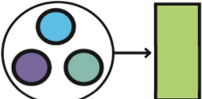
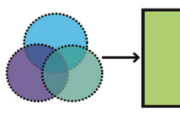
Representación del movimiento uni-, pluri-, inter-, transdisciplinar según los grados de apertura y de interacción disciplinaria			
	Grado de apertura e interacción	Nombre	Ejemplo
	.Conjunto específico de conocimientos que tiene sus características propias en el plan de la enseñanza, de la formación, de los métodos y de las materias	Uni-disciplinariedad o mono-disciplinariedad	Disciplinas "duras": matemática, astronomía, física, química, biología "blandas": teología, filosofía, derecho, letras, historia, sociología, psicología
	.Yuxtaposición de varias disciplinas que trabajan un mismo objeto	Pluri-disciplinariedad o multi-disciplinariedad	Investigaciones donde trabajan diferentes investigadores colaborando en un proyecto común. Los participantes pertenecen a diversas disciplinas y cada uno es básicamente independiente en su trabajo, sintiendo poca o ninguna necesidad de conocer el trabajo de los demás.
	.Interacción sobre uno o varios elementos disciplinarios: materia, métodos, objetivos, conceptos. Colaboración con relaciones de equivalencia, de predominancia, de dependencia	Interdisciplinariedad	Investigaciones donde cada uno trata de tener en cuenta los procedimientos y trabajo de los otros en vista a una meta común que define la investigación, la coordinación, la comunicación, el diálogo y el intercambio son esenciales, para traducir los términos propios, y tratar de compartir algunos de los presupuestos, puntos de vista y lenguajes de los otros.
	.Transacciones a través de y más allá de las disciplinas .Como punto de partida, apertura a elementos incluso no disciplinarios (problemas, métodos, saberes) .Durante el proceso, apertura a reflexiones meta-disciplinarias .Al final, apertura a unidades post-disciplinarias (epistemología, metodología, materia) Nuevo paradigma	Transdisciplinariedad	Investigaciones donde los participantes trascienden las propias disciplinas (o las ven sólo como complementarias) logrando crear un nuevo mapa cognitivo común sobre el problema en cuestión, es decir, llegan a compartir un marco epistémico amplio y una cierta meta-metodología que les sirven para integrar conceptualmente las diferentes orientaciones de sus análisis

Tabla 1.

Más allá.....la transdisciplina

Si bien la interdisciplina es hoy en día la principal manifestación de la convergencia disciplinar esta no debe ser vista como el objetivo final sino más bien como el medio necesario para alcanzar una etapa más elevada de apertura: la transdisciplinariedad. Es un hecho que un número importante de problemas que enfrentan las sociedades contemporáneas

exigen ser abordados de manera interdisciplinaria, sin embargo, muchos otros requieren trascender la investigación interdisciplinaria hacia una forma de trabajo transdisciplinar, este tipo de investigación; un ideal muy escasamente alcanzado hasta el momento; engloba el verdadero espíritu de convergencia al cual deberíamos apuntar en miras a apropiarnos de la "intersección".

Hacia una cultura transdisciplinar

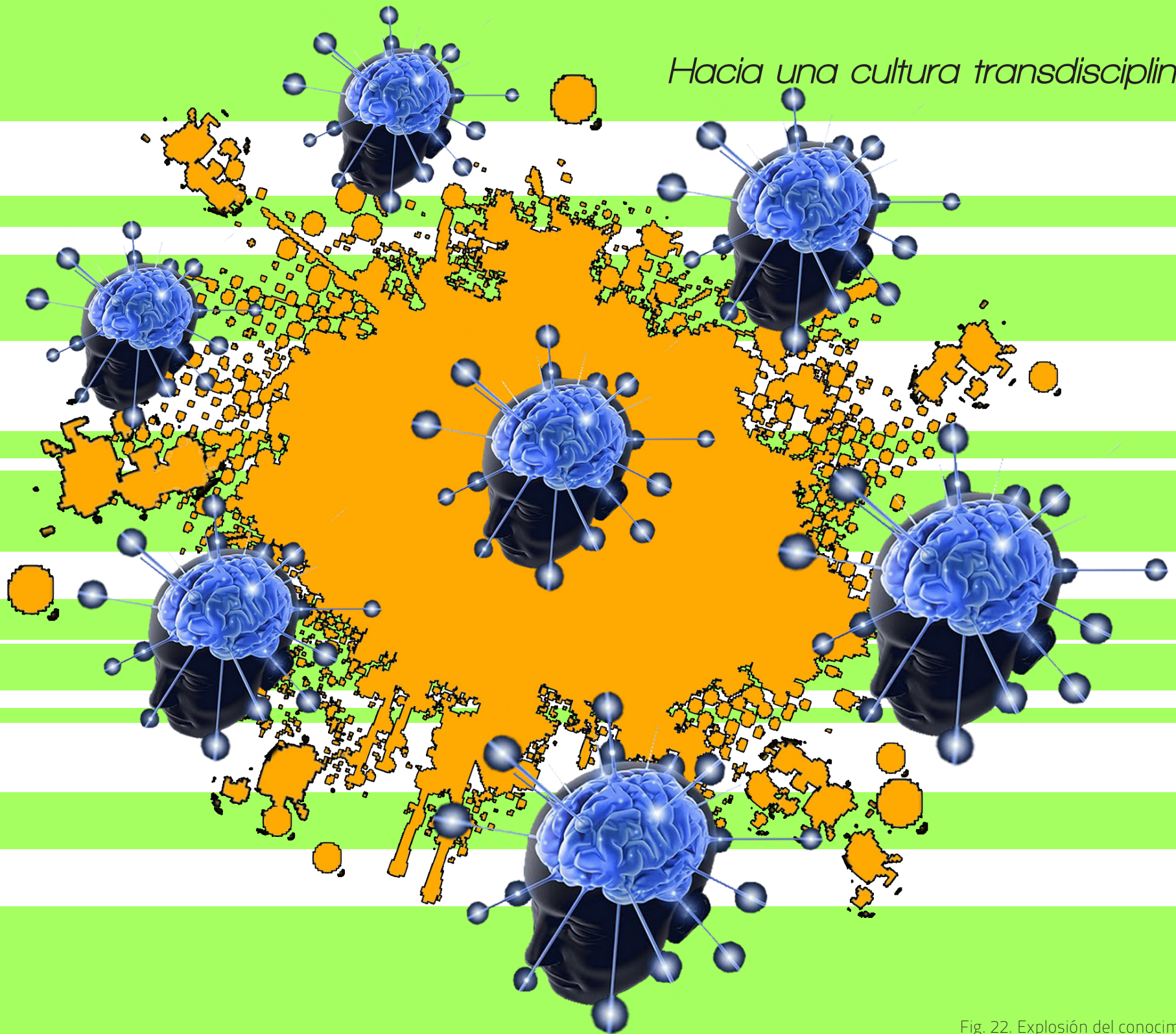


Fig. 22. Explosión del conocimiento

A comienzos de la segunda mitad del siglo XX como respuesta a los trastornos socio-culturales producidos por la postguerra e influenciados por la adquisición de una nueva conciencia global, el ser humano comienza a buscar estrategias de investigación que permitieran hacer frente a la creciente complejidad de los nuevos retos de manera más universal. En este marco, uno de los pensadores que más ha influido en el desarrollo de estas nuevas estrategias es Edgar Morín, quien a través de su abordaje al tema del pensamiento complejo intenta proporcionar una visión del conocimiento integradora y globalizante que reemplace al antiguo modelo reduccionista y parcelario.

El propio Morín ofrece su propia definición de lo que él considera como complejidad: la define como "un tejido (complexus: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: que presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple (ver fig.23). Al mirar con más atención, la complejidad es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico" (Morin, 1990, p.32). Ciertamente el pensamiento complejo aspira al conocimiento multidimensional, y su principal am-

bición es rendir cuenta de las articulaciones entre dominios disciplinarios quebrados por el pensamiento disgregado. Esto hace que los conocimientos científicos deban entenderse bajo una totalidad integral unida y no disgregada que interactúa constantemente con la realidad que los produce, lo determina y los impulsa (21).

Es importante resaltar que esta interacción o intercambio que acompaña todo proceso de complejidad posee asimismo un profundo vínculo con el enfoque sistémico en su manera de pensar en términos de interconexión, relaciones y contexto. La relevancia de este enfoque radica en la percepción de que las propiedades esenciales de un organismo, de una sociedad o de otros sistemas complejos son propiedades del conjunto, que surgen de las interacciones y las relaciones entre las partes, así, la noción de sistema define la realidad no como una unidad elemental discreta, sino una unidad compleja, un "todo" que no se reduce a la suma de sus partes constitutivas (Morin, 1990).

Dentro de la teoría sistémica, el concepto de sistema abierto (22) reviste gran importancia para la comprensión de un mundo visto bajo la mirada de la complejidad, siendo su prin-

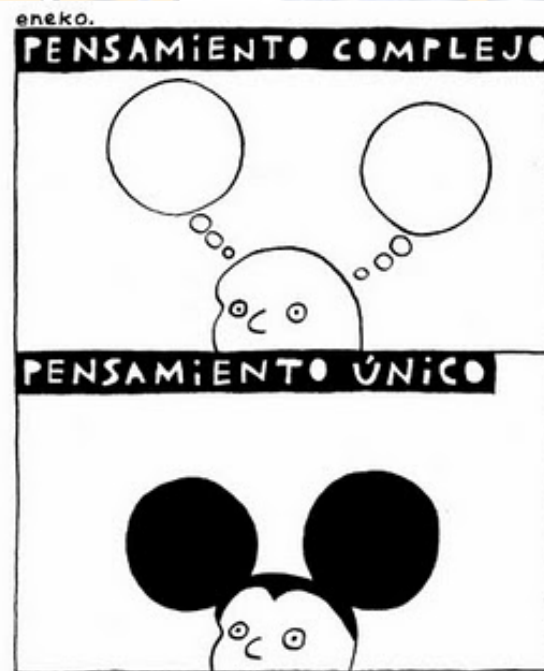


Fig 23. Pensamiento complejo según el caricaturista Eneko

²¹ Miguel Martínez. *El Paradigma Emergente. Hacia una nueva teoría de la racionalidad humana*. 1997.

²² Según Ludwig von Bertalanffy un sistema es abierto si interactúa continuamente con su entorno, esta interacción puede darse en forma de información, energía o materiales que se transfieren hacia afuera y hacia adentro de los límites del sistema

cial aporte el llamado que hace a la noción de ambiente, y allí aparece, no más solamente la physis como fundamento material, sino el mundo como horizonte de realidad más vasto, abierto más allá al infinito. De repente, el sujeto y el objeto aparecen así como las dos emergencias últimas, inseparables de la relación sistema auto-organizador/ecosistema. "El sistema auto-eco-organizador no puede, por tanto, bastarse a sí mismo, no puede ser totalmente lógico más que introduciendo, en sí mismo, al ambiente ajeno. No puede completarse, cerrarse, bastarse a sí mismo" (Morin, 1990, 58), sujeto y ambiente se muestran como dos instancias dependientes la una de la otra, sin embargo, esta relación, más que una dependencia es componente esencial del sistema.

Morin reconoce que la mayor dificultad no está solamente en la renovación de la concepción del objeto en el panorama científico, sino que el verdadero reto se encuentra en revertir las perspectivas epistemológicas del sujeto, es decir, el observador científico. Por este motivo el pensamiento complejo apunta a impulsar el desarrollo de una Scienza Nuova en donde el esfuerzo se sitúe en una "modificación, una transformación, un enriquecimiento del concepto actual de ciencia que (...) no es «ni absoluto, ni eterno». Se trata de una transformación multidimensional de aquello que entendemos por ciencia, que concierne a aquello que parece constituir a algunos de sus intangibles imperativos, comenzando por la inevitabilidad de la parcelación disciplinaria y el fraccionamiento teórico" (Morin, 1990, 77). Así es como, para el autor, habría que sustituir al paradigma de disyunción / reducción / unidi-

mensionalización por un paradigma de distinción / conjunción que permita distinguir sin desarticular y asociar sin identificar o reducir. Ese paradigma comportaría un principio dialógico y transológico, que permitiera mantener la dualidad en el seno de la unidad y asociar términos a la vez complementarios y antagonistas. Remitiendo así a la urgente necesidad de asimilar el enfoque transdisciplinar presente en todos los fundamentos e implicaciones filosóficas y epistemológicas del paradigma de la complejidad.

Claramente la tendencia de desarrollo de la ciencia apunta hacia la visión múltiple integradora, es decir hacia la transdisciplinariedad como el posible enfoque llamado a guiar la consolidación de una nueva percepción del mundo contemporáneo, aspirando de esta manera a lograr un conocimiento integrador e incluyente por medio de una "transgresión jubilosa de las fronteras entre las disciplinas" (Nicolescu, 1996, p.11).

Pensamiento Transdisciplinar

La velocidad con que la complejidad de las situaciones y problemas ha aumentado en los últimos decenios a consecuencia de los cambios provocados por el hombre en la naturaleza del mundo real; avanzando a ritmos y escalas sin precedentes; ha generado una creciente interconexión a un nivel global, en el que los fenómenos físicos, biológicos, psicológicos, sociales y ambientales, se presentan todos como recíprocamente interdependientes y complejos.

La visión transdisciplinaria, reconoce esta realidad y pretende contrarrestar la especialización y trabajar con base a la integración, tratando de descubrir vínculos entre diferentes objetos y áreas del conocimiento aparentemente inconexas, a partir de la premisa cuántica de que la realidad está compuesta de varios niveles discontinuos y no de un solo nivel, o fragmentos de un nivel, característico de la visión disciplinar. Como su nombre lo señala la transdisciplinariedad actúa sobre el marco de las disciplinas y comprende, como el prefijo "trans" lo indica, lo que está, a la vez, entre las disciplinas, a través de las diferentes disciplinas y más allá de toda discipli-

na, el poder transgredir las fronteras disciplinarias le permite abordar problemas que presentan una mayor complejidad y por tanto escapan a los alcances disciplinarios por sí solos; consecuentemente, su resolución infiere sobre un terreno más vasto (ver fig.24). Para lograr esto es que adopta como finalidad la comprensión del mundo presente, y como uno de sus imperativos la unidad del conocimiento. Es necesario, sin embargo, aclarar que la transdisciplinariedad no se trata de una nueva disciplina, ni trata de buscar el dominio de muchas disciplinas que generen una "superdisciplina" o "meta-disciplina" (que de algún modo significaría una regresión a la unidimensionalidad), sino más bien, la "apertura de todas las disciplinas a aquellos que las atraviesan y las trascienden" (de Freitas. et al., 1994, p.1). De este manera se puede decir que la visión transdisciplinaria intenta eliminar la homogeneización, y reemplazar la reducción con un nuevo principio de realidad que emerja de la coexistencia de una pluralidad compleja y una unidad abierta.(23)

En las últimas décadas la obra del físico-teórico Basarab Ni-



Fig 24. El pensamiento transdisciplinar permite abordar problemas sociales de mayor complejidad

colescu lo posiciona como uno de los principales defensores del desarrollo del enfoque transdisciplinar, abogando no solo por su consideración sino también por su necesaria implementación sobre la situación humana actual, llevándolo a fundar instituciones como el CIRET (Centro Internacional para la Investigación y Estudios Transdisciplinares), y a organizar diversos congresos internacionales en los cuales se ha hecho un reconocimiento de la necesidad de adoptar una visión transdisciplinar en las sociedades actuales lo antes posible, resaltando los sectores de mayor urgencia (ciencia, educación y sociedad) y delineando estrategias de acción a ser aplicadas en los sistemas humanos.

Se vuelve cada vez más evidente que la segregación cognitiva contradice una realidad marcada por un desarrollo acelerado en las tecnologías de información y co-

municación y representa un serio choque con el principio de complementariedad del pensamiento complejo, el cual subraya la incapacidad humana de agotar la realidad con una sola perspectiva, punto de vista, o con un solo intento de captarle, demostrando así que la descripción más rica de cualquier entidad, sea física o humana, solo puede ser alcanzada si integramos en un todo coherente y lógico los aportes de diferentes perspectivas personales, filosofías, métodos y disciplinas, las cuales, dicho sea de paso, se encuentran esparcidas a todo lo ancho y largo del universo disciplinar.

A fin de intentar comprender el origen de este problema, es importante reconocer que la fragmentación del saber en múltiples disciplinas no es algo natural sino algo debido a las limitaciones de nuestra mente, históricamente la evolución de la humanidad demuestra que la tendencia a la fragmentación

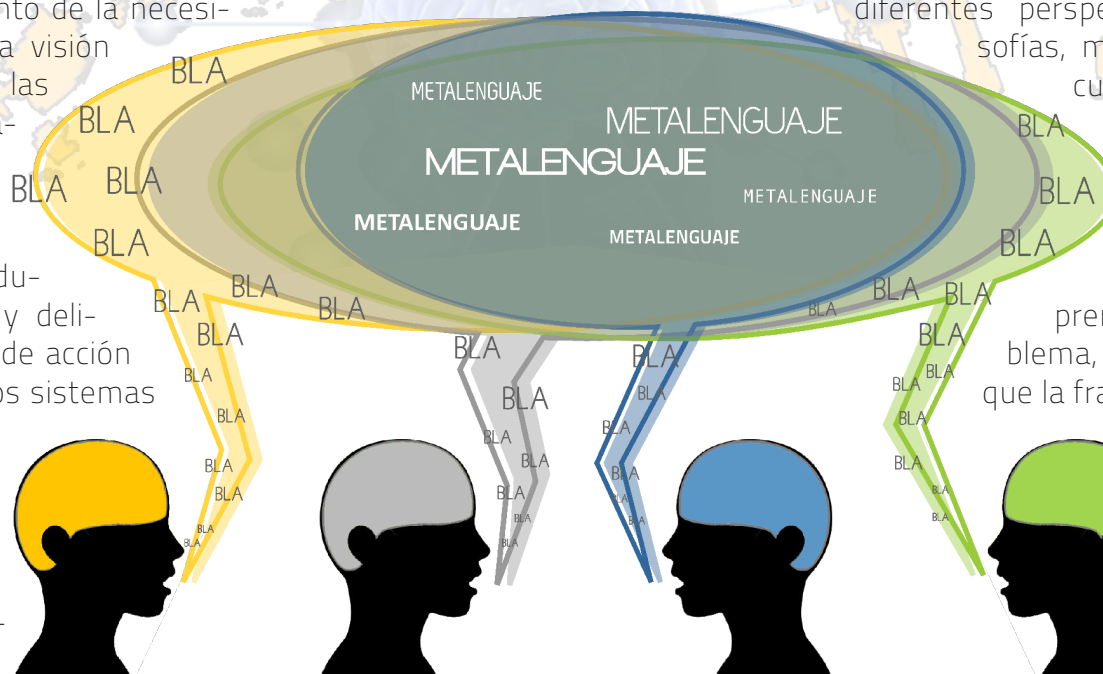


Fig 25. La consolidación de un metalenguaje permitiría resolver las diferencias comunicativas existentes entre disciplinas heterogéneas

²³ Nicolescu. *Transdisciplinarity and Complexity: Levels of Reality as Source of Indeterminacy*. Centre International de Recherches et etudes transdisciplinaires. 2000

es una de las dificultades del pensamiento, siendo el pensamiento mismo el que realiza las divisiones, somos nosotros quienes seleccionamos ciertas cosas, las separamos de otras y terminamos dando importancia a esa separación (24).

El enfoque transdisciplinar pretende actuar sobre esta dificultad a través de la implementación de una visión dialógica, de modo que con el diálogo como instrumento operativo, se logre asimilar, o al menos comprender, las perspectivas y el conocimiento de los otros, sus enfoques y sus puntos de vista, además de desarrollar, en un esfuerzo conjunto, los métodos, las técnicas y los instrumentos conceptuales que faciliten o permitan la construcción de un nuevo espacio intelectual y de una plataforma mental y vivencial compartida (ver fig.25) (25). De esta manera el diálogo se propone penetrar en el proceso del pensamiento, más que en su contenido, y así transformar el proceso del pensamiento colectivo a una nueva sensibilidad (Bohm, 1998).

La importancia del diálogo como elemento conciliador y vinculador entre elementos desasociados es resaltada por el psicólogo Miguel Martínez Miguélez (Conceptualización de la Transdisciplinariedad, 2007, p.12) al afirmar: "sólo con el diálogo y con el intercambio con los otros espectadores –especialmente con



²⁴ Bohm. *Sobre el diálogo*, 1998

²⁵ Martínez. *Conceptualización de la Transdisciplinariedad*, 2007



Fig 26. La realidad informática contemporánea permite compartir conocimientos de una manera global

²⁶ Martínez. *Transdisciplinariedad y Lógica Dialéctica: Un enfoque para la complejidad del mundo actual*, 2003

parcial o totalmente inconsistentes. Para esto las diferentes disciplinas deberán, por consiguiente, buscar y seguir los principios de inteligibilidad que se derivan de una racionalidad más respetuosa de los diversos aspectos del pensamiento, una racionalidad múltiple que, a su vez, es engendrada por un paradigma de la complejidad.

La emergencia de una inquietud transdisciplinar, así como la necesidad de incluir el diálogo en la generación de nuevo conocimiento científico y como elemento conciliador entre las heterogeneidades existentes, se vuelve especialmente significativa tomando en cuenta la realidad comunicacional y transcultural que estamos viviendo. Los desarrollos en las tecnologías de información y comunicación, también implicados en la perspectiva transdisciplinar, nos permiten reducir cualquier distancia geográfica permitiendo la comunicación casi instantánea entre todas las regiones del mundo, del mismo modo la revolución informática nos abre las puertas a compartir conocimientos entre todos los seres humanos "como preludio de una riqueza planetaria compartida" (Nicolescu, 1996, p.13), contradictoriamente, existe también la sensación global de que la comunicación está deteriorándose progresivamente, situación representada por los crecientes conflictos globales producto de la intolerancia y las rupturas comunicacionales, que ante la ausencia de un verdadero diálogo dentro de la sociedad presentan una gran resistencia a la resolución (ver fig.27).

La separación existente entre ciencia y cultura si bien se remonta a tiempos anteriores constituye una de estas ruptu-

ras comunicacionales que se han conservado a través de los años y que ante la amenaza presente de una incomunicación mayor precisa de una corrección y de un abordaje desde un punto de vista transdisciplinar, en miras a desarrollar una cultura científica que responda a los retos de la actual sociedad del conocimiento. En este aspecto la educación está llamada a ser el proceso mediante el cual se alcance este fin, que, si bien se trata de un proceso global y de largo alcance, es importante empezar a encontrar y crear los espacios donde se pueda iniciar este proceso y asegurar su crecimiento, la Universidad, bajo su responsabilidad con la evolución de las sociedades y su papel como agente de cambio social, se devela como la institución a guiar esta transformación cultural: "las Universidades tienen, por su propia naturaleza, la misión y el deber de enfrentar este estado de cosas, de ser sensibles a los signos de los tiempos y de formar las futuras generaciones en consonancia con ellos" (Martínez, 2003, p.109).

La Universidad Transdisciplinaria

La responsabilidad actual de la Universidad para con la sociedad es resaltada por la UNESCO en el siguiente enunciado: "La educación universitaria, desde sus orígenes, tiene entre sus cometidos la creación, transmisión y difusión del conocimiento. Si el conocimiento ocupa hoy día un lugar central en los procesos que configuran la sociedad contemporánea, las instituciones que trabajan con y sobre el conocimiento participan también de esa centralidad" (27). Para la UNESCO esta consideración ha llevado a un nuevo análisis de las relaciones entre las instituciones de educación superior y la sociedad, así como a un fortalecimiento de la relevancia del papel estratégico de la educación superior, complementado, a su vez, con la adopción de una mirada transdisciplinaria dentro de los sistemas educativos universitarios.

Cada vez con mayor intensidad la institución universitaria enfrenta grandes fuerzas de cambio que amenazan con transformar la hegemonía educativa de la misma así como su modo de organización tradicional. La aparición y el desarrollo acelerado de las tecnologías de información y comunicación constituyó uno de los principales incitadores de este cambio ya que el surgimiento de nuevas formas de manejo de la información y el conocimiento de una manera global comprometió el status y el poder de influencia de las instituciones educativas como poseedores y distribuidores exclusivos del saber.

Ante este hecho el sistema de aprendizaje lineal, tradicionalmente utilizado por las universidades se ve amenazado por un nuevo aprendizaje en red más integrador y democrático,

sin embargo, como ocurre usualmente, ante la aparición fuerzas de cambio aparecen fuerzas de resistencia proporcionales a la magnitud del mismo y el caso del cambio de paradigma educativo no es la excepción. Las universidades cumpliendo con esta premisa han adoptado en su mayoría algunas medidas básicas en su intento por mantener su posición y "asegurar" sus "bienes cognitivos", siendo pocos los casos contrarios dispuestos a integrarse totalmente a la red.

De este modo se habla de dos modelos o paradigmas opuestos bajo los cuales las instituciones universitarias se rigen, por un lado está el modelo institucional tradicional y por otro lado está el modelo en red. El primero está apoyado en la competitividad por lo que las instituciones se concentran en aislarse junto con sus miembros de la red externa, ya que cualquier posibilidad de compartir puede resultar contraproducente ya que disminuiría en gran medida su ventaja competitiva. Para lograr esto la institución se encarga de levantar barreras que repelan cualquier posible cambio disruptivo dentro de su modelo operacional ya sea a través de filtros de red, supresión de formas libres de red o limitando el flujo libre de la información a través de reglas, regulaciones y políticas de uso. Es importante resaltar que este modelo es insular en muchos niveles ya que si bien se aísla a sí mismo del mundo exterior separa igualmente a los miembros dentro de la institución ya sean estos profesionales del mismo campo o de distintas disciplinas. Esto reduce en gran medida las oportunidades de cruzar ideas entre disciplinas además de que limita enormemente la interacción entre individuos y grupos heterogéneos (llámese

²⁷ Tünnermann, de Souza. *Desafíos de la Universidad en la Sociedad del Conocimiento, Cinco Años Después de la Conferencia Mundial sobre Educación Superior*, 2003, p.8

de distinta edad, status, experiencia de vida, y antecedentes profesionales).

Por otro lado tenemos un modelo al que la nueva universidad debe apuntar si quiere evitar la obsolescencia, el mismo aborda el conocimiento y la información desde la perspectiva de la red rompiendo

con la linealidad establecida en la organización universitaria desde el SXIX. A diferencia del modelo tradicional en el modelo de red la cooperación es más valorada que la competencia, por lo que el compartir es visto como una actividad productiva y ventajosa para las partes involucradas, para esto se propone abrir la institución desde adentro en todos sus niveles permitiendo a sus miembros acceder información externa así como formar parte de redes externas cuando sea necesario, al mismo tiempo que permite a entidades externas acceder y

beneficiarse de la información que ofrece la institución. Esto permite tener a disposición una cantidad casi ilimitada de expertos y profesionales de distintas ramas lo cual fomenta el dialogo interdisciplinar y la "polinización cruzada de ideas" entre distintos individuos y grupos heterogéneos que formen parte de la red dando paso a formas de pensar más creativas y procesos de aprendizaje más activos y participativos (ver fig.27). De esta manera el modelo de red logra eliminar las jerarquías permitiendo una participación más democrática donde el valor de

las ideas pueden ser juzgadas con base a su propio mérito y no con base al status de quién la propone. En resumen el paradigma de red se basa en formar conexiones y aprovecharse de la heterogeneidad de los grupos para lo cual se vale de las vastas cantidades de información y ex-

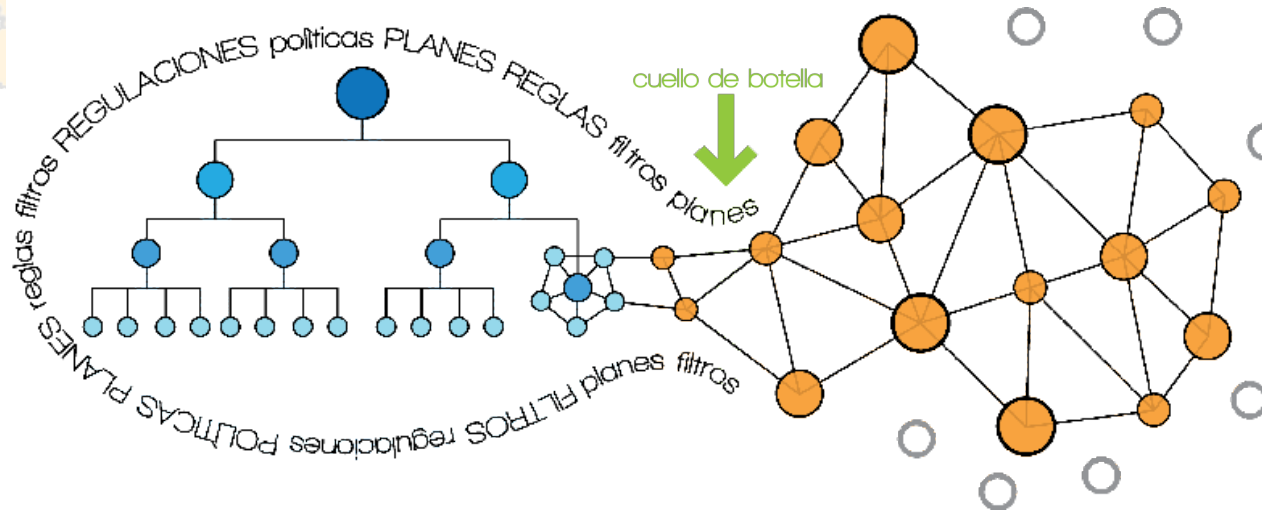


Fig 27. Para el experto en redes sociales Clay Shirky (28) para establecer un verdadero modelo de cooperación universitaria es necesario eliminar los cuellos de botella creados por la academia para restringir la circulación de la información

al mismo tiempo que permite a entidades externas acceder y

las ideas pueden ser juzgadas con base a su propio mérito y no con base al status de quién la propone. En resumen el paradigma de red se basa en formar conexiones y aprovecharse de la heterogeneidad de los grupos para lo cual se vale de las vastas cantidades de información y ex-

²⁸ Shirky. *Here Comes Everybody: The Power of Organizing Without Organizations*, 2008

perencia fácilmente disponible en estos días. Es por esta razón que este modelo es el más adecuado para enfrentar los retos presentados por un mundo hiper-conectado donde la información no conoce fronteras. Lamentablemente el sistema educativo no corre a la misma velocidad que el resto del mundo y actualmente el modelo institucional tradicional sigue siendo el más utilizado por la Universidad donde el cambio es visto como una amenaza y donde los intereses de la disciplina y la profesión son antepuestos al beneficio de la sociedad, es por esta razón que aún es necesario incrementar los esfuerzos para expandir los “cuellos de botella” que ponen trabas y pretenden impedir el libre flujo del conocimiento.

Han sido varios los simposios internacionales sobre la transdisciplinariedad que se han centrado expresamente en el estudio de lo que debe ser “la universidad del mañana”, enfatizando la evolución transdisciplinar de la universidad, entre ellos destaca el Congreso de Locarno en Suiza por ser uno de los primeros esfuerzos organizados, en conjunción con la UNESCO, que plantean la necesidad de ejecutar esta transformación. En su declaración se hace énfasis en “hacer evolucionar a la Universidad hacia un estudio de lo universal en el contexto de una aceleración sin precedentes de los saberes parcelarios” (29) haciendo penetrar el pensamiento complejo y la transdisciplinariedad dentro de sus estructuras y programas, penetración que permitirá la evolución de la misión universitaria hoy en día un poco olvidada: el estudio de lo universal. Este congreso advierte de esta manera el rumbo equivocado que ha tomado la institución universitaria como

consecuencia de esta separación existente entre ciencia y cultura e insta a no escatimar esfuerzos para reunificar estas dos culturas artificialmente opuestas en una nueva cultura transdisciplinar.

Con base a este tipo de iniciativas se refuerza la conciencia del papel de la Universidad como componente reformador en la sociedad y se habla de la existencia de un ‘nuevo ‘contrato social’, que debe convocar la responsabilidad social universitaria en un mundo de creciente complejidad. Los retos de la mundialización, la incorporación de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información, los avances tecnológicos sin precedentes, conforman un escenario donde la tarea del universitario está llamada a una transformación a la altura de los desafíos planteados (30). En este marco, ciudadanía se convierte en una palabra clave cuando hablamos de conocimiento, y si la Universidad es una institución clave cuando se habla de producción y difusión de conocimiento, también lo es cuando hablamos de formación ciudadana.

Carrizo señala: “la Universidad, como institución productora de conocimientos y formadora de opinión y tendencias, tiene una responsabilidad social incuestionable. Quizás su tarea prioritaria hoy deba ser pensarse a sí misma, elucidando las condiciones en las que construye conocimiento, en las que forma profesionales, en las que concibe la condición humana para conocer y actuar” (Carrizo, 2004, p.4). Para alcanzar esta meta Morin hace hincapié en cambiar la estructura del sistema educativo, ya que el desarrollo trae una concepción de la especialización de cada persona, y cada persona especializa-

²⁹ CIRET-UNESCO. *Declaración de Locarno*, 1997, p.2

³⁰ Carrizo. *Producción de conocimiento y ciudadanía: Retos y desafíos de la Universidad Transdisciplinaria*, 2004

da se encuentra en su rincón particular y olvida la responsabilidad de la solidaridad con el todo. Por lo tanto, si se cambia la estructura de la educación, no más ya en la especialización, sino que planteando los problemas fundamentales y globales, entonces, se generaría una nueva mentalidad. En conclusión, debemos ayudar a la educación, pero no al tipo de educación que conduce finalmente a la imposibilidad de concebir los problemas más importantes. (Carrizo, 2004) (ver fig.28). Para Carrizo esta departamentalización en la que se afincan aún hoy la mayoría de las instituciones universitarias no contribuye a un conocimiento fértil del mundo y remiten, en todo caso, a visiones obsoletas que, sin embargo y lamentablemente, aún dan réditos a algunos grupos de interés. Una reforma de la universidad precisa de reformulaciones epistemológicas, organizacionales y éticas. El currículo es, en este sentido, un núcleo fundamental de convergencia. (31).

Sin embargo, hablar de flexibilización curricular universitaria significa, entre otras posibles miradas, la transformación permanente de ritmos, de medios y de contextos de aprendizaje e investigación los cuales sufrirían una suerte de 'desorde-

namiento' de la linealidad habitual, permitiendo la apertura para introducir variabilidad y "se probarían en la tolerancia a la incertidumbre con repercusiones en el acontecer curricular" (32). Se trataría por tanto de una re-conceptualización del entorno universitario alterando el funcionamiento tradicional de sus espacios a través de iniciativas transformadoras. La Declaración de Locarno desarrolló una serie de recomendaciones a ser aplicadas en las universidades a fin de trascender hacia la transdisciplinariedad universitaria, y entre las que resaltan la creación de talleres de investigación y de espacios transdisciplinares; la promoción de una cultura científica; la innovación pedagógica transdisciplinar; y, por supuesto, enfatiza la combinación de los medios tecnológicos y comunicativos (multimedia, internet, mass media, etc.) con el proceso de educación transdisciplinar emergente a fin de dotar al mismo de la dimensión universal requerida.

Claramente es necesaria la aparición de fuerzas de transformación y de regeneración que consoliden el paso hacia este nuevo camino transdisciplinar de la Universidad y hacia una relación más amplia

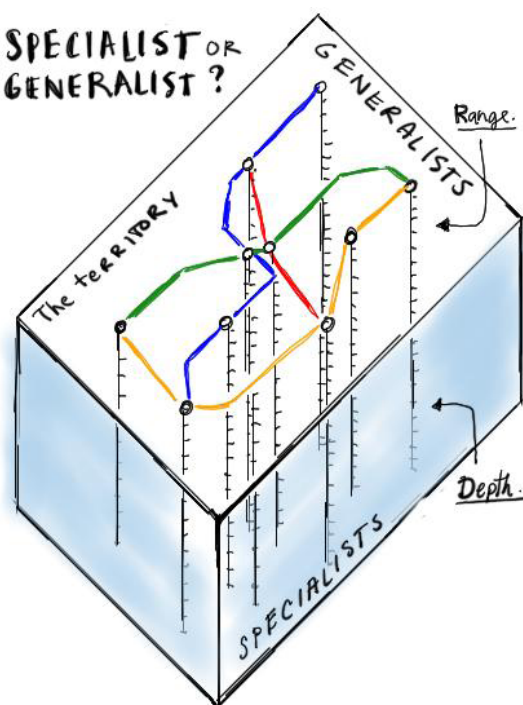


Fig 28. "Especialista o generalista?": Mientras la especialización se caracteriza por una mayor profundización la generalidad apunta por abarcar un mayor territorio

³¹ González. *Reflexiones iniciales sobre la concepción del diseño y desarrollo curricular en un mundo contemporáneo y complejo*, 2008

³² Londoño. *Educación superior y complejidad: apuntes sobre el principio de flexibilización curricular*. En *Manual de Iniciación Pedagógica al Pensamiento Complejo*, 2003, p.326.

entre ciencia, tecnología y culturas, para ello, es de vital importancia concebir los espacios adecuados para que se desenvuelva este proceso. La construcción del espacio translingüístico significa diseñar escenarios de trabajo que impliquen diversos niveles y modos de comunicación, de forma tal, que el experto se vea obligado a manejar e interpretar diversos niveles de comunicación en el proceso de trabajo, en definitiva, facilitar los espacios de intercambio de información y fomentar la libre circulación de los medios tecnológicos constituye uno de los retos que debe ser asumido. Esto supondría, entre otras cosas, la transformación de la tradición organizacional además de la emergencia de una cultura tecnológica que incorpore críticamente las tecnologías en las diversas áreas de trabajo y estudio (ver fig 29).

La arquitectura, como reflejo de la forma de pensar de la sociedad de su tiempo, está llamada a cumplir un rol fundamental en esta evolución. Su capacidad transformadora y modificadora del medio, tiene la misión de innovar los espacios del quehacer científico y educativo, y redefinir su funcionamiento y articulación dentro del engranaje social. Es evidente que la urgencia de una nueva visión y la carencia de espacios transdisciplinarios en la Universidad costarricense exige la aparición de un referente que abra el camino a iniciativas futuras, y consiga, además, incluir al diseño como un participante más en el proceso de cambio de paradigma.

Siguiendo el mismo espíritu del Congreso de Locarno, y como principal precedente del inicio de una nueva etapa en nuestro país, se celebró en territorio costarricense el IV Congreso

sobre Transdisciplinariedad, Complejidad y Ecoformación en el mes de febrero del 2010 en las instalaciones de la Universidad de Costa Rica (UCR) apoyado igualmente por la UNESCO así como por las principales universidades del país, incluyendo el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Durante el congreso se discutió, además de la necesidad manifiesta de desarrollar una nueva visión transdisciplinar en la sociedades del SXXI, la obligación de buscar innovar los escenarios tradicionalmente universitarios e intentar que el diálogo, en lugar del monólogo, tomara lugar entre los investigadores y entre éstos y el público. Como punto a resaltar, a consecuencia de este congreso, ese mismo año la UCR se compromete a ser sede de la Cátedra UNESCO sobre Transdisciplinariedad, dando el paso inicial a la conformación de una conciencia universitaria transdisciplinar en el país.

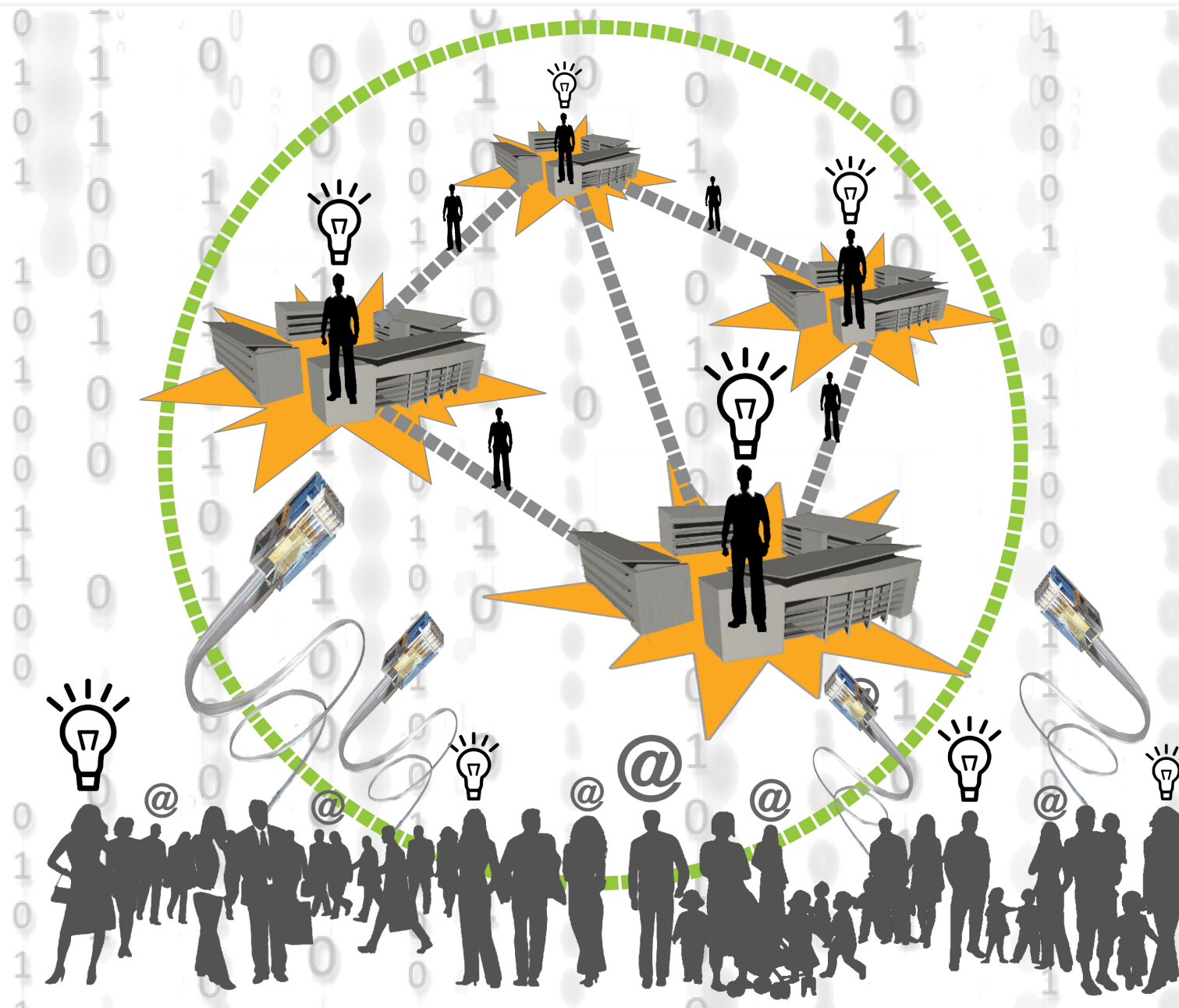


Fig 29. La cooperación y una apertura que permita el libre flujo de ideas y personas tanto dentro como fuera de la universidad constituyen las bases de la conformación de la nueva universidad transdisciplinar

Diseño del entorno de investigación



Fig. 30. Laboratorio de planta abierta en el James H. Clark Center de la Universidad de Stanford

Para consolidar el paso de la Universidad hacia este nuevo camino transdisciplinar el diseño del espacio de investigación, al igual que el académico, debe transformarse para proporcionar las condiciones necesarias que la convergencia disciplinar exige. Dentro de esta exigencia el trabajo científico actual es sometido a continuos retos y transformaciones propias de un contexto cambiante que demanda una constante adaptación de las estructuras científicas establecidas de acuerdo a las nuevas relaciones, necesidades organizacionales e innovaciones tecnológicas que aparecen a cada momento. El entorno de creación científica tiene, por tanto, una necesidad de adaptación que precisa una serie de transformaciones dirigidas a diseñar espacios científicos capaces de anticipar y apoyar esta naturaleza cambiante. En este sentido en los últimos años profesionales de distintos campos, pero principalmente relacionados al diseño, han intentado desarrollar una nueva generación de edificios y entornos de trabajo científico flexibles, a través de infraestructuras y estructuras aptas para enfrentar el cambio de la mejor manera, permitiéndoles albergar nuevas tecnologías así como distintas modalidades de trabajo tanto individuales como grupales.

Esta naturaleza cambiante del trabajo científico significa una mayor presión para satisfacer todas estas necesidades emergentes de una manera más ágil y rápida, en donde el trabajo en equipo destaca al tomar cada vez un papel más protagónico en la vida científica, lo que se traduce en transformaciones tales como, una mayor movilidad para los investigadores y una multiplicidad de espacios de trabajo dentro y fuera del

edificio, lo último dada la gran importancia del trabajo conjunto tanto internamente como con grupos ubicados en otras regiones, para lo cual las redes sociales se convierten en una creciente dependencia. En la búsqueda de respuestas de diseño satisfactorias a estos retos, se han desarrollado nuevas opciones y directrices, entre las cuales sobresalen la creación de espacios informales de interacción, fomento del encuentro entre colegas para promover un sentido de comunidad, la integración del aprendizaje en la experiencia investigativa diaria, mayor flexibilidad de los entornos de trabajo, y un mayor enfoque en amoldar el lugar de trabajo al trabajo en lugar de viceversa.

Considerando los planteamientos anteriores y siguiendo la tendencia mundial por parte de los países a la vanguardia en la innovación de los entornos de investigación científica es posible establecer lineamientos de diseño arquitectónico a ser aplicados en la construcción del nuevo espacio de investigación científica costarricense (33) :

1-Diseño genérico, no específico

El diseño de laboratorios debe ser genérico en lugar de específico, esto ya que las decisiones de diseño deben estar hechas bajo la premisa de que la función, el espacio y las personas están sujetas a cambios y alteraciones, que, en el caso de un diseño específico significarían una gran dificultad y gasto. Este concepto de diseño está abierto a gran cantidad de usos por lo que se debe intentar satisfacer la mayor cantidad de necesidades que funcionen tanto para los usuarios actuales

³³ Información tomada del libro de Brian Griffin (2005) *Laboratory Design Guide* y del sitio Web: http://www.wbdg.org/design/research_lab.php,

como para los que vendrán, así, el diseño tanto de la estructura del edificio como de sus espacios internos, debe poseer gran flexibilidad de modo que sea controlable y adaptable según diversas funciones y mobiliarios.

La flexibilidad y la funcionalidad juega un papel muy importante en el concepto del diseño genérico en donde la modulación supone uno de sus principales principios de diseño, recurriéndose frecuentemente al "módulo de laboratorio" (3.2m x 3.2m) como la base para el diseño de cualquier instalación de laboratorios. Un laboratorio modular diseñado de forma adecuada debe alentar al cambio dentro del espacio acorde con la naturaleza cambiante de la investigación científica, e igualmente, debe permitir expansiones, contracciones y reconfiguraciones del espacio según lo demanden las necesidades emergentes así como el tamaño de los grupos de trabajo, todo esto sin sacrificar el funcionamiento del mismo (ver fig.31)

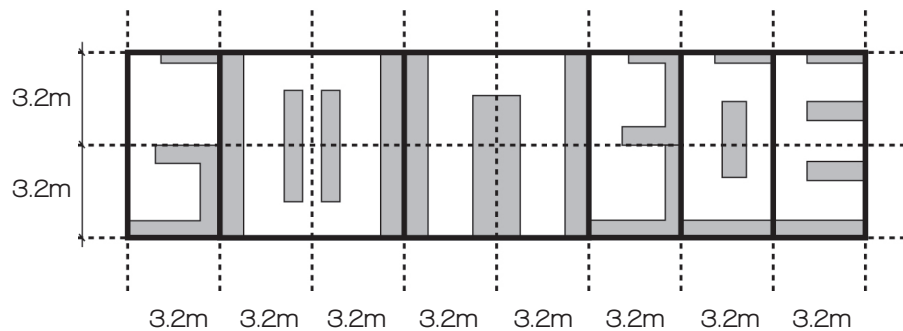


Fig. 31 Modulación del laboratorio

Es necesario resaltar que los conceptos de modulación y flexibilidad dentro del laboratorio se extienden a todos sus componentes más allá de lo estructural y espacial. El caso del mobiliario, por ejemplo, exige un especial estudio y atención, su carácter de interfase entre el usuario y el espacio determina en gran medida el correcto desempeño de las actividades a realizar, por lo que el mismo debe ser capaz de acoplar de la mejor manera al equipo utilizado y al mismo tiempo acoplarse al espacio, para esto el mobiliario movable representa la mejor opción gracias a sus múltiples posibilidades de reacomodo.

2-Eficiencia

El tema de las instalaciones (agua, electricidad, voz/datos,

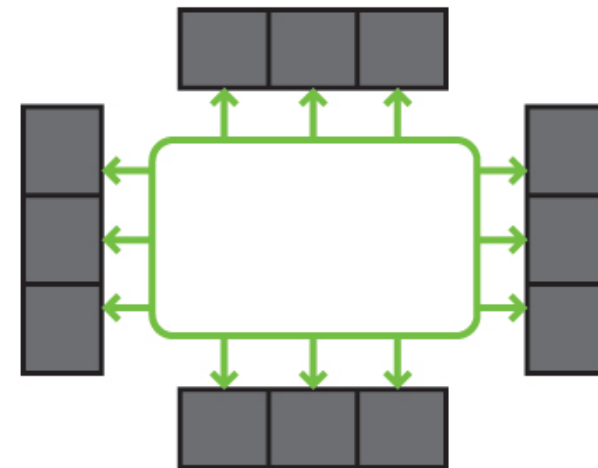


Fig. 32 Los circuitos de instalaciones permiten reducir distancias de recorrido y suministrar servicios de manera más eficiente

ventilación) tiene gran peso en el diseño de laboratorios, ya que, además de estar íntimamente ligado con la seguridad de los lugares de trabajo, son los responsables, en gran medida, del funcionamiento eficaz de los mismos, razón por la cual el diseñar estos sistemas de manera flexible y eficiente adquiere mayor significado. Esto implica, entre otras cosas, suplir los requerimientos de movilidad dentro de los espacios de investigación por medio de múltiples conexiones, permitir la expansión y desplazamiento de las conexiones según el uso de los espacios, así como facilitar su mantenimiento sin interferir con la actividad normal del laboratorio (ver fig.33). Del mismo modo la ubicación de los elementos estructurales

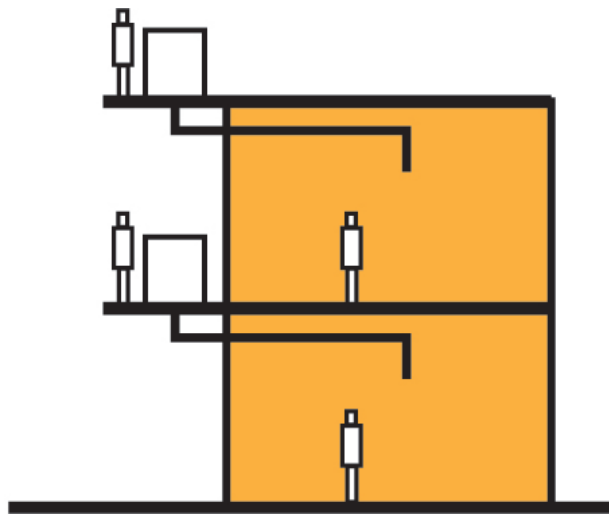


Fig. 33 Pasillos de servicio sobre los laboratorios

y elementos fijos; llámense escaleras, ascensores, zonas de equipamiento; debe estar contemplada desde el puro inicio del proceso de diseño de manera que en ningún momento lleguen a obstruir la flexibilidad de los espacios de trabajo y contrario a esto favorezca al ordenamiento de los mismos y a la interacción de los individuos dentro del espacio.

El diseño climático está estrechamente ligado con la eficiencia energética ya que un mayor aprovechamiento de los recursos climáticos naturales se traduce en una reducción significativa en el uso de sistemas artificiales y por tanto una reducción en el costo y mantenimiento de un edificio. Principios de diseño básicos tales como la orientación de un edificio para aprove-

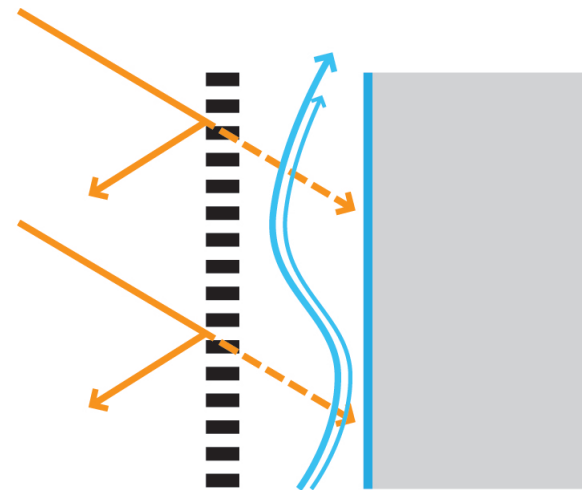


Fig. 34 La fachada doble permite controles climáticos de forma natural

char al máximo la ventilación cruzada pueden ayudar a reducir considerablemente el uso de sistemas mecánicos para enfriar las instalaciones de trabajo.

Soluciones más complejas como la utilización de fachadas dobles permiten un control de la iluminación y temperatura en espacios con requerimientos específicos creando una barrera térmica que permite enfriar o calentar los laboratorios de manera más eficiente (ver fig.34).

El uso de monitores en espacios abiertos permite aprovechar las corrientes de convección para mantener frescos grandes espacios de reunión pública como vestíbulos y atrios que no cuenten con ventilación natural directa (ver fig.35).

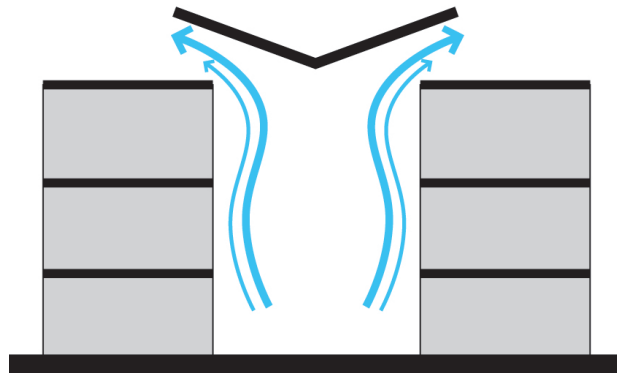


Fig. 35 El "efecto chimenea" utiliza las corrientes de convección para expulsar el aire caliente fuera del edificio

3- Seguridad

En el diseño de laboratorios el tema de la seguridad es uno de los que mayor atención requieren debido al riesgo que conlle-

van el tipo de actividades que en ellos se realizan, lo cual exige tomar en cuenta una serie de consideraciones particulares que deben formar parte del proceso de diseño desde las etapas iniciales del mismo.

El diseño de entornos seguros de trabajo implica no conformarse de los mínimos estándares y regulaciones así como tomar en consideración todas las posibles combinaciones de situaciones que se pueden llegar a dar en determinado momento como resultado del cambio al que puede estar sometido el entorno de trabajo.

El personal que labora en laboratorios reconocen la peligrosidad de estos ambientes y se comporta acorde a sus riesgos, sin embargo, personas ajenas a estos espacios no están conscientes de estos peligros y pueden poner en riesgo su



Fig. 36 Los filtros de acceso permiten controlar el ingreso de personas ajenas a los laboratorios

seguridad y la del laboratorio en sí, por lo que una de las consideraciones de diseño iniciales que deben ser resueltas es el control de las personas que pueden ingresar a las instalaciones. Contar con el mínimo de accesos y establecer filtros y barreras físicas de acceso constituyen las soluciones más simples y deben ser consideradas por encima de controles electrónicos o artificiales (ver fig.36).

El riesgo que conllevan algunos experimentos y la precisión que requieren ciertas operaciones exigen en muchos casos contar con cuartos de monitoreo para las personas encargadas de la dirección de los procesos que se realizan dentro de los laboratorios, máxime en edificios con carácter académico donde el proceso de aprendizaje aumenta la posibilidad del

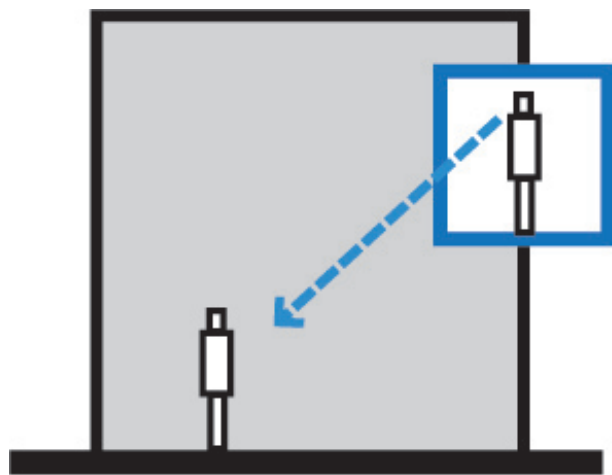


Fig. 37 Cubículos de monitoreo

error. Los cuartos de monitoreo deben tener una conexión directa con el espacio de trabajo y deben estar posicionados de forma tal que desde el mismo se tenga una visión completa del espacio de trabajo, preferiblemente en un nivel elevado con respecto a este. Conceptos como la apertura y la transparencia adquieren gran importancia en este punto (ver fig.37).

Las circulaciones dentro de un edificio de laboratorios, por su parte, deben estar perfectamente diferenciadas entre sí de acuerdo a su uso, ya sean este público, privado o de servicio. La autonomía de cada circulación es imprescindible para garantizar el correcto desempeño de las actividades que se realizan en cada espacio sin comprometer en ningún momen-

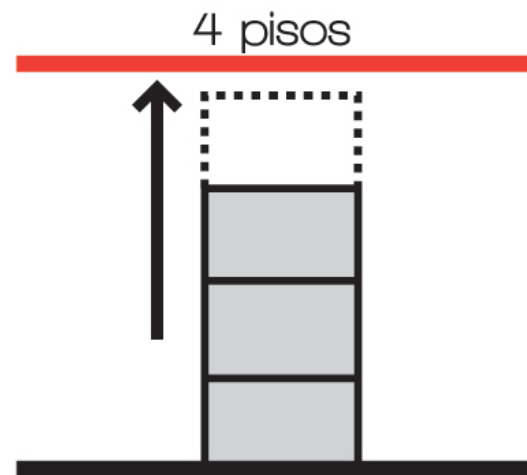


Fig. 38 Por motivos de seguridad, costos y eficiencia de los sistemas de ingeniería se recomienda no exceder los 4 niveles en el diseño de edificios destinados a albergar laboratorios

to la integridad o la seguridad de los mismos. La circulación, tanto de personas como de equipo dentro de las instalaciones debe darse de una manera segura, fluida y cumpliendo con las normas nacionales establecidas para laboratorios (ver anexo), en materia tanto de dimensionamiento como de rutas de evacuación.

De la misma forma como el mobiliario condiciona las dimensiones horizontales de los espacios de laboratorio, factores como las distancias de evacuación, la eficiencia energética, el traslado de equipo, y la evacuación de desechos peligrosos (principalmente en laboratorios húmedos) restringen las dimensiones verticales de un edificio (ver fig 38).

4-Diseño que favorezca la interacción social

La intensidad social de la actividad científica moderna nos expone la necesidad de crear "edificios sociales" que alberguen la interacción y la investigación en equipo. Es un hecho que en la actualidad los investigadores más productivos y exitosos son aquellos que están íntimamente familiarizados tanto con la contenido como el estilo de otros investigadores, mostrando una gran capacidad para adoptar nuevos enfoques y herramientas investigativas tan pronto están disponibles. Con base a esto es que la ciencia puede funcionar mejor si busca el apoyo de la arquitectura para facilitar tanto la interacción informal como la estructurada, el uso flexible del espacio y el compartir de recursos, e incentivar así la creatividad científica no solo basada en una experiencia de trabajo conjunto sino también apoyada en la idea de que los encuentros

casuales entre científicos pueden ser reveladores y conducir hacia nuevas direcciones en las investigaciones. Estas nuevas tendencias deben obligatoriamente trascender las disciplinas derribando cualquier barrera existente y haciendo converger el trabajo científico; si tradicionalmente las disciplinas se encontraban esparcidas alrededor del campus universitario ahora están siendo reunidas bajo un mismo techo (ver fig 39).

Tanto los espacios de trabajo en equipo estructurado como los espacios de encuentro informal deben establecer una serie de directrices para lograr intensificar estos nuevos comportamientos en los entornos científicos. Los laboratorios de

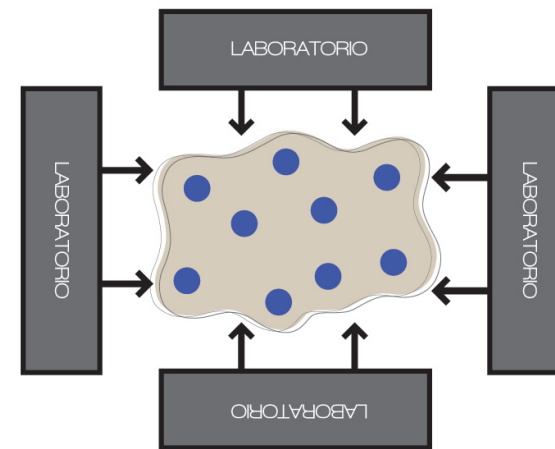


Fig.39 Cuando se concentran distintos laboratorios bajo un mismo recinto el espacio fuera del laboratorio adquiere un nuevo valor como lugar de encuentro e intercambio

investigación colaborativa, por ejemplo, al requerir de grupos de científicos de varias ramas trabajando en unidades de investigación interdisciplinar necesitan sistemas de instalaciones flexibles que permitan la fácil transferencia de datos, así como mobiliario que posibilite el encuentro humano, esto, obviamente, dentro de espacios que faciliten el trabajo y la discusión en equipo para lo cual es necesario, entre otras cosas, eliminar barreras visuales (ver fig.40) y establecer patrones de circulación bien definidos. Así, el concepto tradicional de "laboratorio cerrado" basado en aislar al investigador principal y su trabajo de todo lo demás, viene a ser desafiado por el concepto de "laboratorio abierto", en el cual los investigadores comparten no solo el espacio en sí, sino también equipo,

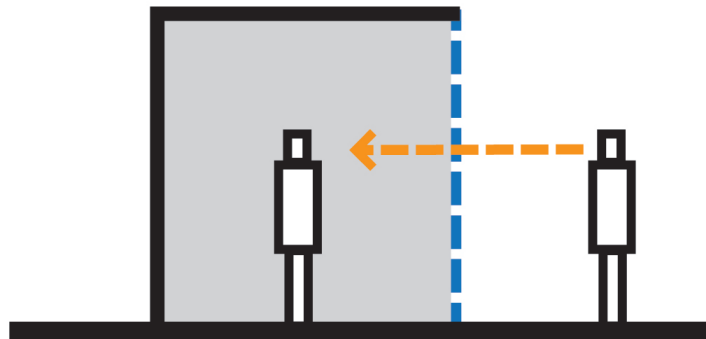


Fig. 40 Laboratorio como vitrina

mobiliario, y suministros, permitiendo la comunicación entre científicos y la adaptación del laboratorio a retos venideros. Esto no significa, sin embargo, la desaparición del modelo tradicional, ya que laboratorios cerrados aún son necesarios para realizar algunos tipos específicos de investigación o para ubicar cierto tipo de equipo e instrumentación, además de que ciertos investigadores encuentran difícil o inaceptable trabajar en un laboratorio abierto a todo el mundo. De ahí la importancia de la flexibilidad y de hacer funcionar ambos conceptos de diseño de manera armoniosa.

Igualmente los espacios de encuentro informales fuera de los laboratorios exigen una consideración de diseño muy importante, en donde se deben aprovechar la mayor cantidad de oportunidades que ofrezca el espacio para que las personas se encuentren e intercambien ideas. En este sentido se puede hacer uso de una gran cantidad de espacios dentro y fuera del entorno científico para obtener el resultado deseado, salas de reunión, cafeterías, vestíbulos, atrios y cualquier espacio de naturaleza convergente deben ofrecer posibilidades claras de interacción e intercambio distendido que abran las posibilidades a nuevas asociaciones de conocimientos. Espacios como salas de esparcimiento o de juego se plantean como una buena opción para crear un sentido de comunidad a través del encuentro relajado y ameno. Al diseñar este tipo de espacios es de vital importancia que la ubicación de los mismos este fuertemente relacionado con los principales flujos de circulación para así incentivar su uso. Incluso cualquier pequeño espacio existente en nodos de circulación tales como llegadas

de escaleras o intersecciones deben ser diseñados pensando en la oportunidades de encuentro que pueden ofrecer (ver fig.41).

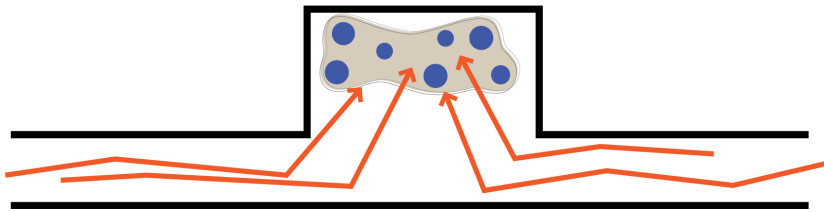


Fig. 41 Los espacios de encuentro informal deben ser ubicados en función de las principales sendas de circulación

7-Diseño adaptado a la tecnología

Uno de los cambios más evidentes en los entornos de investigación científica es la actual omnipresencia de los equipos tecnológicos, cada vez es mayor la cantidad de tareas que dependen de la computadora para su realización y esto sin duda tiene un impacto sobre el diseño de las instalaciones científicas, del mismo modo, los sistemas de comunicación cumplen un rol muy importante representado por fenómenos como las redes sociales o los laboratorios virtuales. La consideración de la realidad tecnológica dentro de las nuevas organizaciones espaciales demanda, entre otras cosas, mayores conexiones de soporte: voz, datos, energía; mobiliarios adaptados a los equipos tanto fijos como portátiles, un mayor espacio para el trabajo con monitores y en general, entornos

capaces de integrar las herramientas tecnológicas de manera natural y cuya adaptabilidad y flexibilidad se amolde a la naturaleza acelerada de los avances tecnológicos.





Fig. 42 Escenario: El nuevo entorno de investigación

2da parte:

Sociedad científica

Comunicación y aprendizaje científico



Fig. 43. Comunicación de la ciencia

Reflejo de la cultura global contemporánea, la ciencia del siglo XXI se ve obligada a traspasar las barreras tradicionales impuestas por la relación histórica entre ciencia y sociedad. La consecución de este objetivo depende en gran medida de la evolución del papel de la comunicación dentro de los nuevos esquemas científicos, en donde la proyección científica se ve obligada a extenderse a todos los estratos culturales y sociales. En este sentido es un hecho que tanto el público como la comunidad científica comparten una necesidad común de establecer un diálogo e interacción entre ambas partes a fin de desarrollar una comunicación pública de la ciencia y la tecnología. Como parte de este desafío, sin embargo, no puede ignorarse el problema de la diferencia de lenguaje, ya que mientras “el científico es experto tanto por su dedicación especializada como por el sistema semiótico particular que utiliza (...), el lego se sirve de su sentido común utilizando el lenguaje natural” (34). En este panorama lingüístico la figura del científico está mejor posicionada ya que la tradición le ha conferido un aura de autoridad cognitiva frente a un público que solo puede poseer creencias y opiniones. Pretender el vínculo de estos extremos lingüísticos supone obligatoriamente encontrar un modo de “traducción” de un código a otro.

Se distinguen cinco tipos de comunicación utilizados por la comunidad científica y académica (35): en primer lugar se encuentra la comunicación ‘intracientífica’, que tiene lugar entre pares de una misma especialidad; en segundo lugar la ‘intercientífica’, comunicación que se da entre científicos de diferentes especialidades; el tercer tipo de comunicación es el ‘pe-

dagógico’, que se entabla en el ámbito escolar desde primaria hasta universidad; el cuarto sería la ‘divulgación de la ciencia’, cuyo objetivo es informar sobre un tema a un público común que rara vez logrará utilizar los resultados de las investigaciones para su beneficio; y finalmente esta la ‘popularización de la ciencia’, que utiliza principalmente un lenguaje narrativo y busca incorporar elementos de la cultura científica a la cultural de la gente, para que se acerquen a la utilidad que tiene el conocimiento científico en sus vidas cotidianas. Si bien el fortalecimiento de todos estos tipos de comunicación son vitales y complementarios entre sí para hacer evolucionar la ciencia de acuerdo a la realidad informática y comunicacional actual, son los últimos dos -la divulgación y la popularización- los que se presentan como los más adecuadas a ser utilizadas dada la naturaleza del problema en cuestión, los actores involucrados y tomando en cuenta los escenarios y contextos en que se ejecutan: mientras la comunicación intracientífica y la intercientífica encuentran su lugar directamente en el campo de la ciencia; la comunicación pedagógica corresponde al campo de la educación, y la divulgación y popularización tienen espacio propio en el campo de la producción cultural. Se podría decir que la divulgación y la popularización, más que solo tipos de comunicación podrían clasificarse como estrategias de comunicación de la ciencia.

Se define a la divulgación como una labor de comunicación que implica la producción de mensajes que, tomados del campo científico, son recodificados para su difusión en un campo distinto, no especializado, y más amplio de aquel en el que se

³⁴ Galán. *La ciencia en zapatillas: Análisis del discurso de divulgación científica*, 2003, p. 140

³⁵ Betancourt. *Museo, comunicación y educación*, 2001

originaron, su destino es el resto de la sociedad; mientras que la popularización implica, además de esta recodificación, una apropiación por parte del público, e implica al menos una propuesta para dicha incorporación en la vida diaria de los espectadores (Betancourt, 2001). Esta cualidad de migrar información de un campo a otro le confiere al proceso divulgativo una

ubicación dual, ya que si bien se ubica en el ámbito hegemónico por su origen científico, su campo de acción está en lo popular, porque "lo que hace la divulgación es tomar elementos del discurso científico, sacarlos de su campo y llevarlos al campo de la producción cultural, donde pasará a formar parte de los productos culturales en la forma de un mensaje 'traducido' a un código más comprensible para el ciudadano común" (ver fig.44) (Betancourt, 2001). Esto gracias a que la di-

visión reconoce las desigualdades que subyacen en nuestra sociedad tanto en la producción de conocimiento como en el acceso a él, sin implicar, por supuesto, que el término se vuelva peyorativo, por más que su etimología en un principio remita al -vulgo-, a lo -vulgar-, al pueblo, a las masas. Pese a esto, el discurso cultural divulgativo se encuentra en gran desventaja frente al discurso científico legítimo producido por los científicos, ya que la divulgación usualmente carece de interés para ellos, por no producir reco-

nocimiento y porque transcribir el conocimiento científico al lenguaje común, es una tarea complicada, y hacerlo implica, para la mayoría de científicos, más que la divulgación o la popularización, la -vulgarización de la ciencia la degradación del conocimiento científico (Betancourt, 2001). Esta es una de las

gran des-

ventaja frente al discurso científico legítimo producido por los científicos, ya que la divulgación usualmente carece de interés para ellos, por no producir reco-

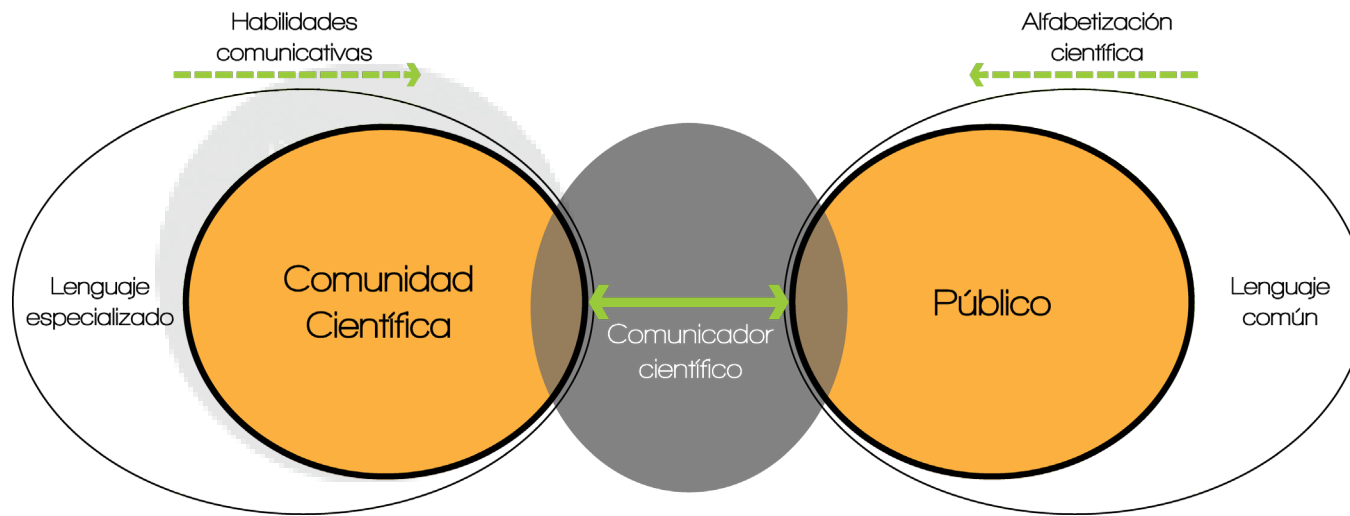


Fig 44. Traducción del mensaje científico

nocimiento y porque transcribir el conocimiento científico al lenguaje común, es una tarea complicada, y hacerlo implica, para la mayoría de científicos, más que la divulgación o la popularización, la -vulgarización de la ciencia la degradación del conocimiento científico (Betancourt, 2001). Esta es una de las

principales razones por la cual la tarea de divulgar es ejecutada por profesionales de otros campos: comunicadores, periodistas, o profesionales de ciencias de la comunicación; los cuales cumplen la labor de hacer llegar el mensaje científico a la gente a través del manejo de medios de comunicación y de los recursos para la difusión de mensajes estructurados con lenguaje común. Sin embargo, este método relega al divulgador toda la responsabilidad de intentar hacer una conexión con el público, mientras que el científico se limita a ser el proveedor de la información, desvinculado de la situación científica social. Dificultando así el surgimiento de científicos conscientes de la trascendencia de su cometido respecto a la sociedad, y que estén comprometidos a restituir la accesibilidad de la ciencia en miras a incrementar los conocimientos y el interés general de la sociedad sobre los fundamentos científicos de nuestra cultura y la contribución de la ciencia a su desarrollo. La conversión de la comunidad científica hacia una nueva conciencia divulgativa significa un primer esfuerzo a transformar las formas actuales de comunicación, de estáticas y difíciles de asimilar, a dinámicas, accesibles y de fácil penetración en el estrato social, apuntando siempre al objetivo principal de la apropiación del conocimiento. Para esto la labor de divulgación y popularización de la ciencia debe evolucionar de solamente transmitir el conocimiento a fomentar la construcción del mismo recurriendo a la interactividad como una segunda dimensión comunicológica. Frente a la vorágine de medios comunicacionales actuales caracterizados por la comunicación impersonal y a larga dis-

tancia, la interacción comunicativa, en sus múltiples caras, devuelve al proceso comunicativo su dimensión interpersonal y relacional, recordando así la definición de la comunicación que le entiende como proceso básico para la construcción de la vida en sociedad, así como un mecanismo activador del diálogo y la convivencia entre sujetos sociales (36), "desde esta perspectiva, hablar de comunicación supone acercarse al mundo de las relaciones humanas, de los vínculos establecidos y por establecer, de los diálogos hechos conflicto y de los monólogos que algún día devendrán diálogo" (Rizo, 2006, p.2). Estaríamos hablando por lo tanto de transformar el monólogo científico actual a través de una interacción social regulada por la comunicación, planteada esta, desde un punto de vista sistémico, es decir, como un conjunto de elementos en constante interacción en donde toda modificación de uno de los mismos afecta las relaciones entre los demás elementos; y que además viene a reconocer la situación del contexto de una manera holística. Así, bajo este punto de vista, al margen de quién o qué inicie el proceso de interacción, si este es llevado a cabo de manera correcta, el resultado será siempre la modificación de los estados de los participantes, por lo que en este marco el término interacción significaría la emergencia de una nueva perspectiva epistemológica, ya que los procesos de comunicación entre seres humanos pasarían a ocupar un lugar central en la adquisición de conocimiento científico. Estrechamente ligado a esta perspectiva se encuentra el constructivismo, este plantea que nuestro mundo es un mundo humano, producto de la interacción humana con los estí-

³⁶ Rizo García. *Interacción y Comunicación: Exploración Teórico conceptual del concepto de Interacción*, 2006

mulos naturales y sociales que hemos alcanzado a procesar desde nuestras "operaciones mentales" (Piaget, 1967 citado en Morales 2007). Esta posición implica que el conocimiento humano nunca es recibido de forma pasiva, ni del mundo ni de nadie, sino que es procesado y construido activamente, adaptándose continuamente y permitiendo que las persona organice su mundo experiencial y vivencial, de este modo, se puede afirmar que la enseñanza constructivista considera que el aprendizaje humano es siempre una construcción interior así como un proceso de interacción social. El término remite además a un proceso activo de enseñanza complementario del sistema pasivo predominante que, si bien son claramente percibidos como procesos diferenciados por los adultos, constituyen un único proceso fundamental e inseparable en la actividad de un niño. Y, siendo la población más joven el principal grupo sobre el cual se debe trabajar en la consolidación de una cultura científica, denota vital importancia adoptar un enfoque constructivista a fin de fortalecer la unión de estos procesos en los sistemas comunicativos y educativos empleados (ver



Fig 45. La experimentación y la interacción social son fundamentales en el proceso de aprendizaje científico

fig.45).

Para el psicólogo Lev Vigotsky (Mind in Society, 1978), investigador en el tema del aprendizaje infantil, este despierta una serie de procesos evolutivos internos capaces de operar sólo cuando el individuo está en interacción con las personas de su entorno y en cooperación con algún semejante, para luego internalizar esos procesos y asimilarlos como parte de los logros independientes de cada individuo. La base de esta teoría la constituye la mediación, entendida como formas de cooperación esenciales para el aprendizaje, así, la mediación se relacionará con el aprendizaje y con la adquisición de habilidades intelectuales, ya que cuando las personas interactúan con otros adquieren de una u otra forma conocimientos; es decir, la adquisición depende del modo en que se efectúa el compartir entre los sujetos. Vigotsky sostiene que las personas internalizan y transforman la ayuda que reciben de otros y, finalmente, usan estos mismos medios como guía para dirigir sus conductas subsiguientes en la solución de problemas (Vigotsky, 1989 citado por Acosta, 2006). Esto, en un escenario cientí-

fico, se traduciría en poder interactuar de forma directa con quienes dirigen los experimentos, asignándosele al científico el papel de mediador entre el individuo y el fenómeno científico al mismo tiempo que el lenguaje se convierte en el mediador entre el científico y el individuo. El nombre que el autor da a este fenómeno es el de "zona de desarrollo próximo" (37), y le define como la posibilidad de los individuos de aprender en el ambiente social, en la interacción con los demás, ya que el conocimiento y la experiencia de los demás es lo que posibilita el aprendizaje; consiguientemente, mientras más rica y frecuente sea la interacción con los demás, nuestro conocimiento será más rico y amplio así como superior a lo que podríamos lograr de forma individual, "...el aprendizaje presupone una naturaleza social específica y un proceso, mediante el cual los niños acceden a la vida intelectual de aquellos que les rodean" (Vygotsky, 1978, p.136).

El carácter complejo del proceso interactivo donde se vinculan el lenguaje, la cultura, lo humano, el aprendizaje y el conocimiento, en una red de relaciones, "coincide con los planteamientos morinianos sobre la complejidad, en el sentido de la necesidad de captar la multidimensionalidad, las interacciones y las solidaridades entre los innumerables procesos" (38); razón por la cual se hace necesario tomar en cuenta todos los aspectos involucrados tanto en el fenómeno como en sus relaciones. Ciertamente uno de estos puntos que demanda una mayor consideración y estudio corresponde al de la construcción de los ambientes de comunicación y aprendizaje necesarios para sustentar esta multiplicidad de procesos

e interacciones de manera óptima. En este marco, dada la naturaleza social de la actividad, se plantea la necesidad de interactuar en contextos y ambientes significativos, promotores de un aprendizaje colectivo y colaborativo, que ofrezcan la posibilidad de aprender a través del descubrimiento y la experimentación, así como poder debatir, argumentar, cuestionar y dialogar libremente, de manera que se produzca una verdadera construcción del conocimiento. Sin lugar a dudas estos principios básicos permiten vislumbrar expectativas pedagógicas muy extensas, las cuales, aprovechando las nuevas tecnologías de información y comunicación en su papel como nuevos agentes mediadores, pueden ser utilizadas como complementos de mediación en ambientes colaborativos físicos y virtuales posibilitando la construcción de redes cognitivas más dinámicas y ricas en contenido.

³⁷ Vygotsky. *Mind in Society*, 1978

³⁸ Acosta Rodríguez. *El aprendizaje visto como un proceso de interacción social. La perspectiva Vygotskiana vista desde la complejidad*, 2006, p.132-133

Museo científico y entendimiento público de la investigación científica

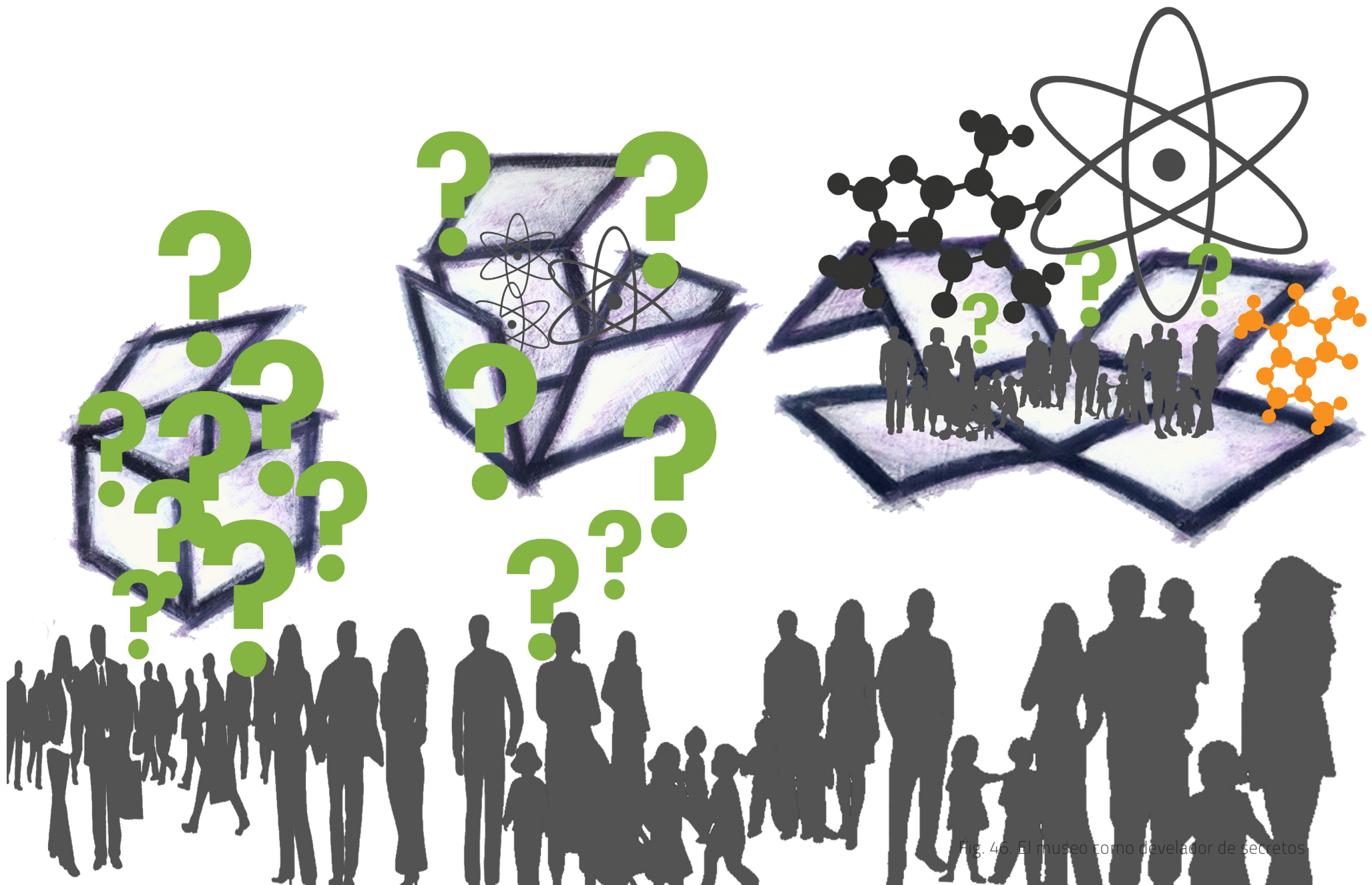


Fig. 46. El museo como develador de secretos

Los museos científicos y centros de ciencia tienen un papel central en la construcción de la cultura científica y constituyen una importante herramienta en la popularización de la ciencia en la sociedad. Su propósito principal es exponer la evolución de la naturaleza y el hombre, sus creaciones científicas y técnicas, y brindar información a los ciudadanos sobre el avance de la ciencia y de la tecnología, igualmente están entre sus fines la educación para que las personas puedan participar en los asuntos de la sociedad de manera informada, conociendo las posibilidades y límites del conocimiento científico y tecnológico, así como ayudar a quienes los visitan a desarrollar criterios que permiten evaluar y juzgar los diferentes usos que la ciencia hace en la sociedad.

Desde el punto de vista de la comunicación una de las principales ventajas de que tienen los museos científicos es su hipertextualidad, es decir, estos recintos tienen la capacidad de reunir y combinar varios medios de comunicación a la vez. Las exhibiciones de un museo son un medio mixto que se integra a partir de la relación de varios medios diferentes lo

cual aporta variedad al proceso de aprendizaje y enriquece la experiencia de quienes la viven (ver fig 47). El desarrollo vertiginoso de las tecnologías de comunicación e información en una multiplicidad de medios nunca antes experimentada no hace más que potenciar esta hipertextualidad ampliando el abanico de oportunidades (video, audio, animación, mass media, realidad virtual, etc.) siempre y cuando exista la disposición de explorar nuevas fronteras tecnológicas y comunicacionales. Esta capacidad convergente y vivencial que ofrece el museo científico sin lugar a dudas lo posiciona por encima de otros modos de divulgación pasivos o indirectos ya que transmite el mensaje científico de una forma mucho más dinámica, directa y personal.

Con la llegada del internet nunca ha sido tan fácil para el público darse cuenta de los últimos desarrollos en la ciencia lo que en cierto modo ha ayudado a aumentar el interés popular en la ciencia -esto se refleja por ejemplo en la creciente inclusión actual en los noticieros de temas de salud y ciencia-. El museo en su misión divulgadora debería tomar provecho de

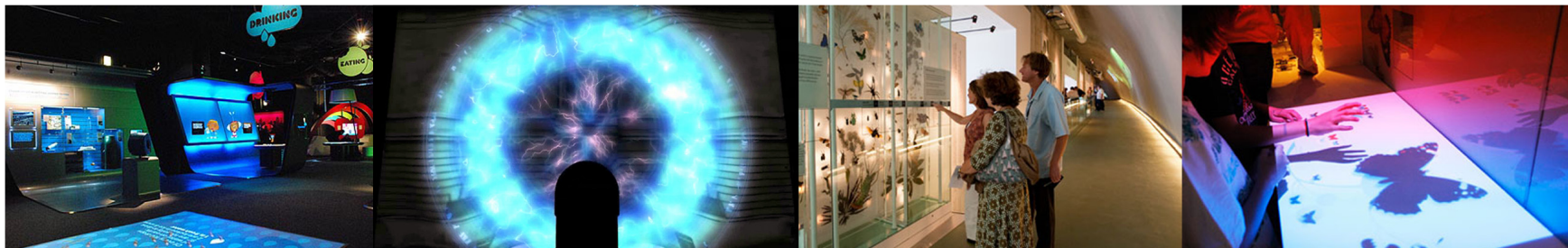


Fig 47. Una de las principales razones del éxito de los museos y centros de ciencia radica en su capacidad de transmitir su mensaje a través de múltiples medios.

esta situación actual, sin embargo, con la ciencia cambiando de una manera tan rápida y con tantos medios de comunicación de rápida reacción lista a cubrir lo último de las noticias es un supuesto común que los museos no son el mejor lugar para presentar investigación científica actual. Este argumento se basa en la afirmación de que el museo debería concentrarse en lo que supuestamente hace mejor: programas sobre ciencia consolidada. Además de que la rapidez requerida para mantenerse actualizado con la cambiante ciencia contradice la tradición museística de autoritarismo y estabilidad (39). Sin embargo, en países de tradición museística científica como Inglaterra y Estados Unidos la tendencia parece ser otra y en la última década se ha comprobado que los visitantes de los museos han demostrado un interés por la ciencia contemporánea dentro de los programas museísticos (según libro). Bajo una mirada más detenida se puede observar como, desafiando la tradición, esto concuerda con una era en donde las instituciones se enfocan menos en el pasado, son más responsivas al presente y están más dispuestos a mirar hacia el futuro.

Enfocarse en mostrar ciencia contemporánea en una época de constante cambio científico exige estar al tanto de la investigación que está ocurriendo en el momento para lo cual es necesario traer al frente la investigación que siempre había estado escondida tras bambalinas. Hay signos de que esta tendencia de convertir a la investigación científica del momento en un tema programático atractivo está tomando fuerza en museos científicos y centros de ciencia alrededor

del mundo, formando parte de una tendencia más amplia encaminada a usar la investigación científico-tecnológica como un generador de contenidos para los medios de comunicación utilizados dentro y fuera del museo. En este escenario el mensaje es claro: si los museos de ciencia desean presentar ciencia actualizada deben colaborar más eficientemente con otras instituciones creadoras de conocimiento científico contemporáneo (universidades, y empresas) en otras palabras si los museos quieren cubrir nuevos desarrollos en investigación científica deben abandonar su insularidad y conservadurismo tradicional, para lo cual es vital vincular la investigación fuera de foco con la experiencia del visitante aprovechando la amplia gama de opciones de comunicación y presentación de la información ya sea en demostraciones en vivo (expediciones de investigación, conferencias con investigadores), en despliegues electrónicos regulares (multimedia), o simplemente con carteles bien informados que reflejen la actualidad del objeto en muestra (ver fig 48). (Chittenden, Farmelo, Lewenstein, 2004)

Hay una necesidad imperante de que las personas adquieran un mayor entendimiento del proceso oculto de la investigación y lo que el conlleva: competitividad, retos, resultados parciales, etc. Si bien generalmente hay una visión superficial de como se maneja la investigación, en algunos casos la investigación converge con la decisión pública en casos como las células madres o las armas nucleares. El interés en eventos públicos informales que enfrentan al público con los científicos demuestra que el clima de opinión es que existe una

³⁹ Chittenden, Farmelo, Lewenstein. *Creating Connections: Museums and the public understanding of current research*, 2004



Fig 48. Asociar el museo científico a centros de producción de conocimiento permite develar al público el proceso de creación científica y hacerlos partícipes del mismo, en oposición al modelo hermético tradicional donde el público solo podía tener acceso al producto terminado.

urgencia de convertir el monologo en dialogo, donde el público interactúa con el investigador por medio de un foro donde se da un intercambio y no una conferencia autoritaria. Así el museo podría funcionar como lugar de debate público extendiendo su función para convertirse en un gran foro para el pensamiento crítico y el diálogo continuo sobre problemas de interés, donde talleres y actividades de aprendizaje se desarrollen de una manera inquisitiva, integrando, por supuesto, las nuevas tecnologías de comunicación.

Para John Durant (Chittenden, Farmelo, Lewenstein, 2004) La importancia de enfocarse en la presentación de la ciencia sin terminar por encima de la ciencia terminada como herramienta para el entendimiento social de la ciencia es un

tema clave en la transformación del museo científico actual: producto intelectual de la ciencia vs proceso intelectual de la ciencia (ver tabla 2)

La interactividad (social y tecnológica) juega aquí un papel trascendental al integrar al público como participante activo de este proceso científico en marcha y lo incluye en investigaciones científicas reales ubicadas dentro de un contexto (opuesto a la tradicional "ciencia en el vacío") y entendidas bajo la luz de sus conexiones sociales, históricas y políticas. En un escenario de aprendizaje enfocado en el aprendiz, que pretende convertir las actividades del museo en una experiencia de aprendizaje significativa donde la inquisición y el pensamiento crítico sean el objetivo principal.

Ciencia terminada	Ciencia sin terminar
<p>Atención enfocada en la recompensa</p> <p>¿y que?</p> <p>Historia completa</p> <p>Inalterable</p> <p>Clara relevancia</p> <p>Caracterizada por el conocimiento</p> <p>Caracterizada por la certeza</p> <p>En su mayor parte todos los científicos están de acuerdo</p> <p>No deja paso a la incertidumbre y deja pocas interrogantes</p>	<p>Atención enfocada en el proceso</p> <p>¿qué sigue?</p> <p>Historia incompleta</p> <p>Cambiante</p> <p>Relevancia no es clara aún</p> <p>Caracterizada por la ignorancia</p> <p>Caracterizada por la incertidumbre</p> <p>Los científicos a menudo discrepan</p> <p>Da paso a perspectivas y enfoques alternativos generando curiosidad y conjeturas varias</p>

Tabla 2

Diseño del entorno de divulgación



Fig. 52. El Estudio Attenborough en el Centro Darwin de Londres le permite al investigador entrar en contacto directo con el público visitante

El museo tiene hoy en día un significado sociocultural muy significativo siendo la arquitectura una parte muy importante del mensaje y la imagen que el mismo transmite. Este nuevo papel predominante de la arquitectura transforma al edificio de museo de un simple contenedor de piezas y exhibiciones a un contenedor llamativo con función de agente publicitario (40), así, el museo se vuelve tan importante como objeto de visita y contemplación como las obras en él contenidas.

Más allá de la licencia formalista o de excesivo lujo que este nuevo papel le podría conferir al museo, refuerza más bien su papel social ya que esta labor atractora le obliga a ser pensado no solo para el objeto sino también para el público. Esta realidad es la que convierte al museo contemporáneo, independientemente de su enfoque, en un medio de comunicación, un ámbito de relación social y un democratizador de la cultura con una obligación educativa enorme.

El diseño de museos dada la complejidad y heterogeneidad del mismo como institución y como edificio, es un trabajo interdisciplinar que requiere de la participación de varios actores que deben coordinar esfuerzos y conocimientos para alcanzar el mejor resultado posible, así por ejemplo, la determinación clara de los objetivos, piezas, y tipos de exhibiciones por parte del museólogo permite al arquitecto dar una mejor solución formal y espacial al museo y responder de forma integrada a factores de objeto, emplazamiento, organización del espacio, instalaciones técnicas e incluso materiales.

Independientemente de la respuesta particular que exige cada museo debido al carácter heterogéneo antes mencio-

nado, el museo en sí comparte una serie de requerimientos básicos indispensables para su correcto funcionamiento y operatividad que serán repasados en este apartado, tomando en cuenta, pese a las generalidades, el carácter científico del museo en cuestión y la significación relativa al entorno físico y social de quienes la observan y utilizan. (Herreman, 1989)

Al combinar la dinámica de funcionamiento de un espacio público de divulgación como el museo con la dinámica de funcionamiento de un espacio de investigación privado, como lo son recintos de investigación, la complejidad de requerimientos, que ya de por sí exige el museo por sí solo, se amplifica ya que se incluye una nueva dimensión de seguridad y relaciones espaciales en general que desemboca en una combinación de factores y condicionantes (en ocasiones contradictorios entre sí) que es preciso abarcar y hacer funcionar en armonía si se quiere desembocar en una solución eficaz y satisfactoria para las partes involucradas:

1-Seguridad

Dado que el museo puede contener piezas de valor es importante mantener una estricta seguridad en los espacios de exhibición, a través de medidas básicas como minimizar la cantidad de accesos, mantener vigilancia continua por medio de sistemas electrónicos, controlar el acceso y la salida de las personas, asegurar una rápida evacuación de las instalaciones a través de escaleras de emergencia y salidas direccionadas a espacios abiertos y posicionadas de acuerdo a los

⁴⁰ Herreman. *Nuevo lienzo para nuevos creadores: corrientes contemporáneas en la arquitectura de museos*. Revista *Museum*, 1989

reglamentos pertinentes.

En casos en que el museo se encuentra adyacente o forma parte de otros recintos como universidades o centros de investigación es vital controlar y definir claramente todas las circulaciones y accesos a fin de evitar confusiones o filtraciones de personas ajenas al museo que podrían comprometer la seguridad del mismo.

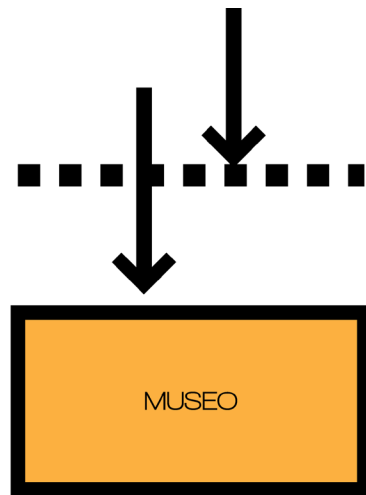


Fig. 50 Establecer filtros de acceso permite tener un control de los movimientos de ingreso y salida en el museo

5- Áreas de exhibición

Sus dimensiones se establecen de acuerdo a las actividades y tipo de exhibiciones que albergarán, las posibilidades de distribución de estos espacios pueden responder a una gran

cantidad de variantes como temática, temporalidad, organización sistemática, división por colección, tipo de ambiente, etc.

Esta variabilidad exige pensar en espacios flexibles que sean capaces de acomodar exhibiciones de distinta naturaleza y tamaño sin afectar el funcionamiento de los demás espacios ni entorpecer los recorridos establecidos. Para esto asegurar

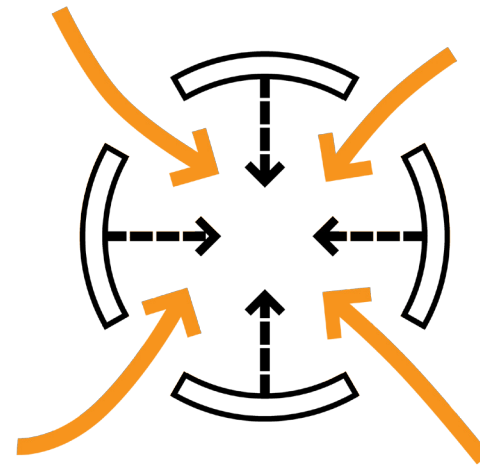


Fig. 51 El museo debe facilitar los espacios de diálogo y debate

la autonomía y diferenciación de cada espacio con respecto a las rutas de circulación y áreas de servicio adquiere una mayor importancia. ya que asegura, así mismo, que en caso de mantenimiento o montaje de una nueva instalación no se

vaya a interferir en ningún momento con el funcionamiento del resto del museo.

El carácter social del museo contemporáneo debe ofrecer espacios de exhibición que a la vez funcionen como espacios de interacción social que fomenten el diálogo y el encuentro entre diferentes grupos de modo que la experiencia en el museo se convierta en una experiencia social compartida (ver fig. xx). Integrar el espacio de investigación como un componente más de la exhibición de manera que funcione como vitrina forma parte de esta lógica que busca provocar el enfrentamiento cara a cara (ver fig.52).

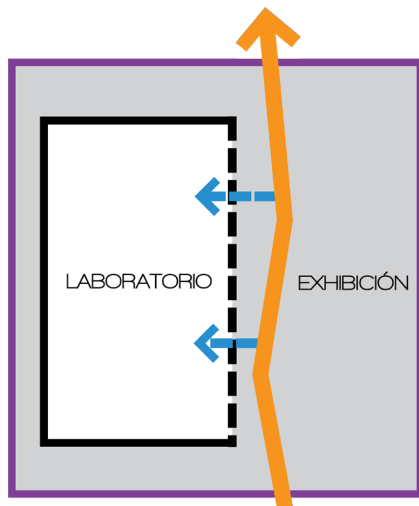


Fig. 52 Inclusión de la investigación como un componente más de la exhibición

4-Recorrido

El recorrido determinará en gran medida el impacto que el museo y sus exhibiciones pueda tener sobre las personas, el mismo debe orientar al público a través de los distintos espacios de forma natural y fluida ofreciendo una circulación amplia y libre de obstáculos.

Romper el ritmo incluyendo variedad de movimientos en una ruta determinada ayuda a mantener el interés y la expectativa mientras dura la experiencia dentro del museo, ubicar puntos focales o pequeños hitos y puntos de reunión en lugares específicos permite, además, caracterizar los espacios que se recorren y favorecer un mayor sentido de orientación, esto adquiere valor principalmente en museos de gran tama-

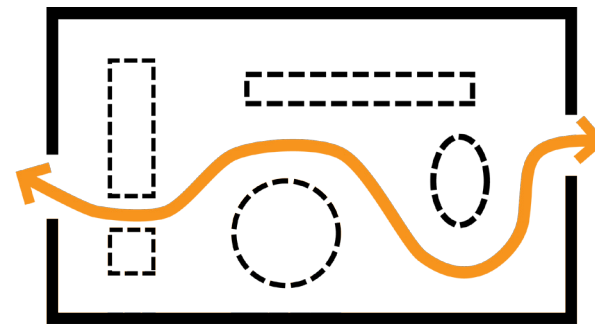


Fig. 53 Definición de recorridos flexibles e integrados a los espacios de exhibición

ño o en recorridos laberínticos y complejos. Del mismo modo, grandes distancias donde no ocurra nada ni se experimente nada tienden a aburrir al visitante y restarle riqueza a la experiencia.

Por último, en todo momento se deben cumplir las normas de accesibilidad universal que exige la ley con respecto a dimensiones y requerimientos básicos.

2-Illuminación

El tema de la iluminación es un aspecto de gran importancia para la correcta apreciación y desempeño de las actividades del museo, en este apartado generalmente se prefiere el uso de luz natural indirecta sobre la artificial tanto para la visual-

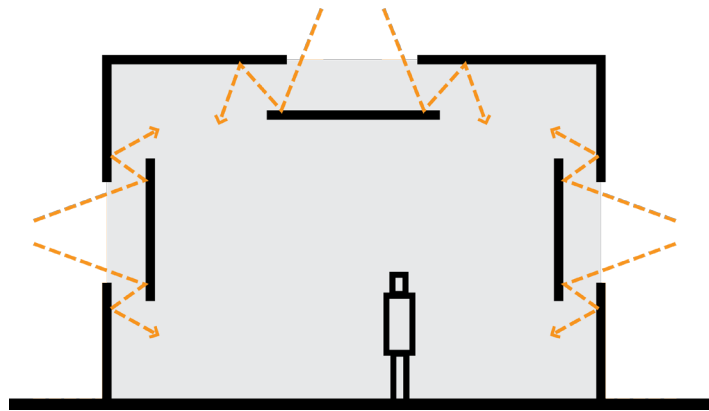


Fig. 54 El uso de iluminación indirecta permite un mejor control de la intensidad lumínica dentro de los espacios

ización de las obras en exhibición como por el ahorro energético que esto presupone, sin embargo, en los museos de corte científico y tecnológico la tendencia difiere un poco y se opta más comúnmente por medios artificiales de iluminación. En entornos donde predominan los medios visuales electrónicos es necesario controlar la intensidad de la luz que proviene del exterior evitando destellos y reflejos molestos que pueden afectar el correcto despliegue de las imágenes por lo que se opta por ambientes con luz artificial controlada que ayuda a resaltar las exhibiciones (su mayor utilidad está en la creación de ambientes con iluminación controlada según ciertas temáticas muy específicas).

3-Control climático

La ventilación es muy importante principalmente en espacios de reunión de personas, Los valores de humedad y temperatura deben ser adecuados tanto para el confort de las personas como para el correcto mantenimiento de las piezas e instalaciones del museo.

Es necesaria la instalación de sistemas mecánicos que ayuden a regular la temperatura y la humedad para asegurar el confort térmico de las personas y resguardar objetos o equipo en casos de presencia de equipo especializado o exposiciones particulares, por lo que el espacio para albergar dicho equipo debe ser contemplado desde el inicio del diseño.

Es necesario igualmente poner atención al tema del aislamiento acústico principalmente cuando se llevan a cabo actividades expositivas o de despliegue audiovisual.

6- Áreas complementarias y de apoyo

Los servicios administrativos así como las áreas destinadas a la conservación y mantenimiento es mejor considerarlas como áreas suplementarias en un sector independiente, de esta forma pueden funcionar de manera autónoma para distintos propósitos, en diferentes horarios y cumplir con los requerimientos técnicos, ambientales y acústicos necesarios (bodegas, mantenimiento, control, administración, seguridad, etc). En el diseño de estos espacios lo ideal es considerar un acceso directo y aparte de los espacios de exhibición, de manera que en ningún momento interfieran con las actividades que se realizan en las mismas.

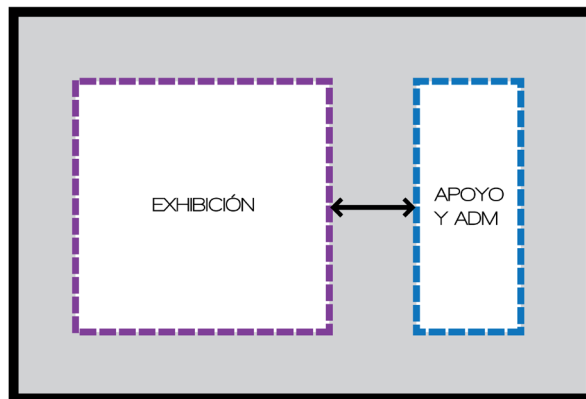


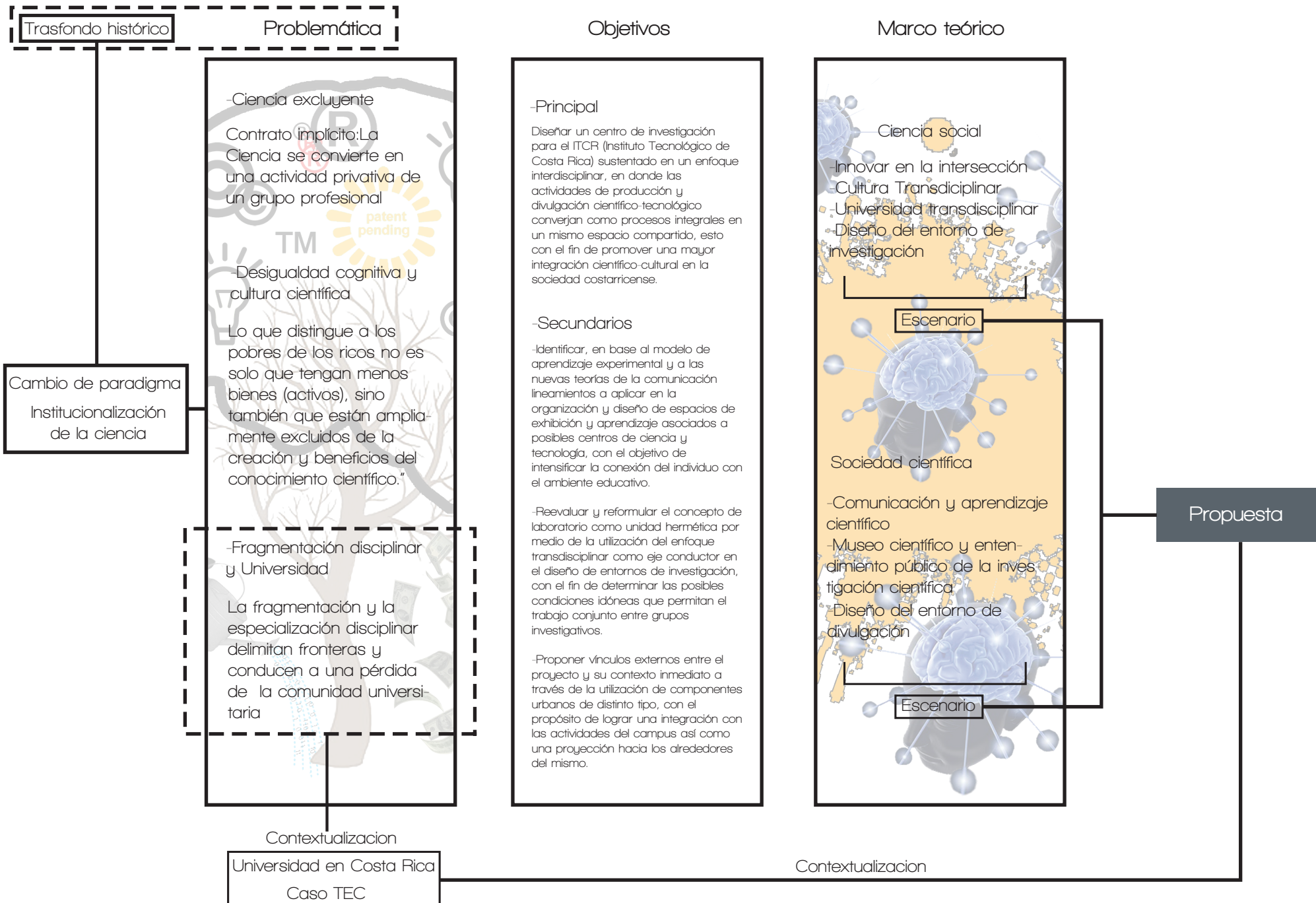
Fig. 55 Identificar el tipo de actividades que se realizan en cada espacio permite sectorizar las áreas según su tipo de uso





Fig. 56 Escenario del entorno de museo

Síntesis



Cambio de paradigma
Institucionalización de la ciencia

Principal universidad estatal enfocada en el desarrollo científico y tecnológico de Costa Rica

Capítulo 4

Propuesta

Descripción de la propuesta

Se propone un nuevo edificio con carácter dual para para el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) donde actividades de Investigación y divulgación coexistan simultáneamente y de manera integral. Esta nueva infraestructura pretende complementar y enriquecer los espacios de investigación ya existentes dentro de la universidad así como fortalecer la labor de comunicación científica que allí se realiza:

-Diseño de laboratorios destinados a acomodar distintas disciplinas de forma independiente los cuales estarán contenidos, a su vez, dentro de un gran espacio común informal cuya finalidad será provocar la convergencia y el cruce de ideas de una forma relajada fuera del laboratorio.

-Diseño de un museo científico dirigido al público visitante, en donde este pueda presenciar la vivencia dentro del laboratorio, experimentar el proceso de investigación realizado en los mismos y conocer sus resultados de una manera interactiva y dinámica.

-El proyecto pretende además incorporarse al trazado del campus ofreciendo nuevos espacios urbanos de calidad conectados a los ya existentes.

Análisis

Ubicación

La elección del terreno adecuado sobre el cual desarrollar el proyecto dentro del campus determina en gran medida el éxito y el impacto que el proyecto pueda tener tanto dentro del campus como fuera de él, esta decisión, sin embargo, está fuertemente condicionada por el crecimiento que experimenta el TEC actualmente, recién en el 2009 la institución entró en una nueva etapa de crecimiento físico (plan) a través de un plan de infraestructura que si bien estaba proyectado para concluir en el 2011 aún está lejos de concluir, el objetivo principal de este plan es expandir significativamente la institución en un corto plazo.

Dada la inminencia y el peso de este desarrollo para la universidad todos los análisis y las decisiones tomadas con respecto al terreno a elegir serán realizadas tomando en cuenta estas futuras condicionantes.

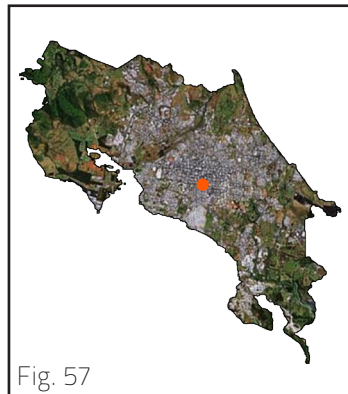


Fig. 57

Provincia: Cartago
Distrito: Oriental
Cantón: Central

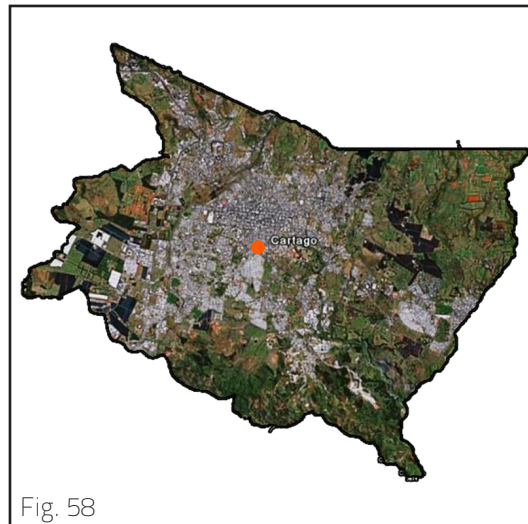


Fig. 58

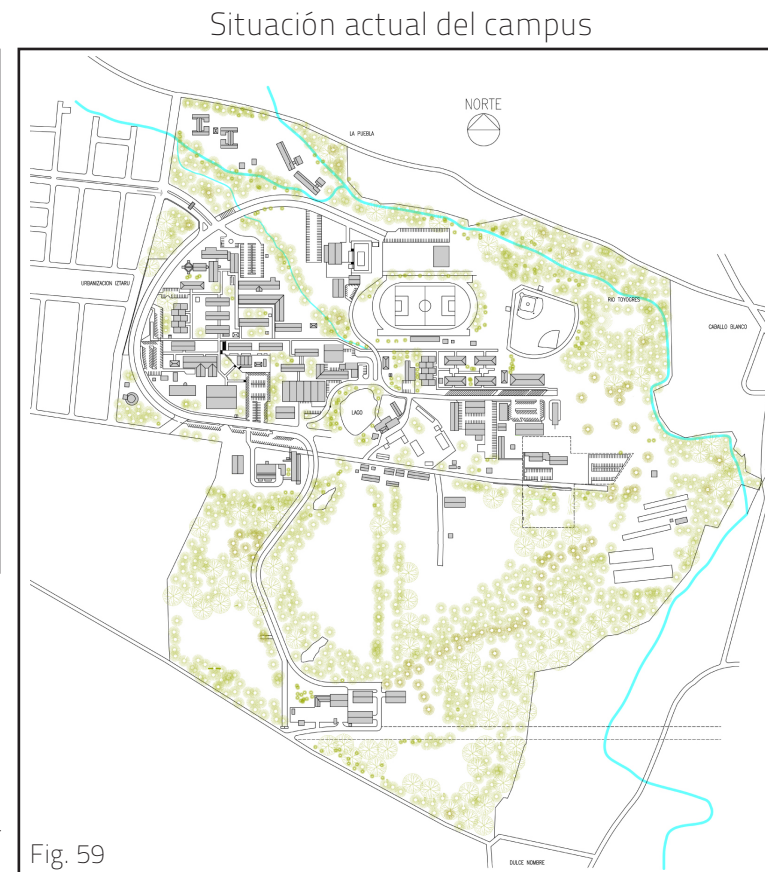


Fig. 59

El proyecto se plantea dentro de los terrenos del campus de la Sede Central del TEC (Instituto Tecnológico de Cartago).

Elección del terreno

Principales puntos del plan de infraestructura (41)

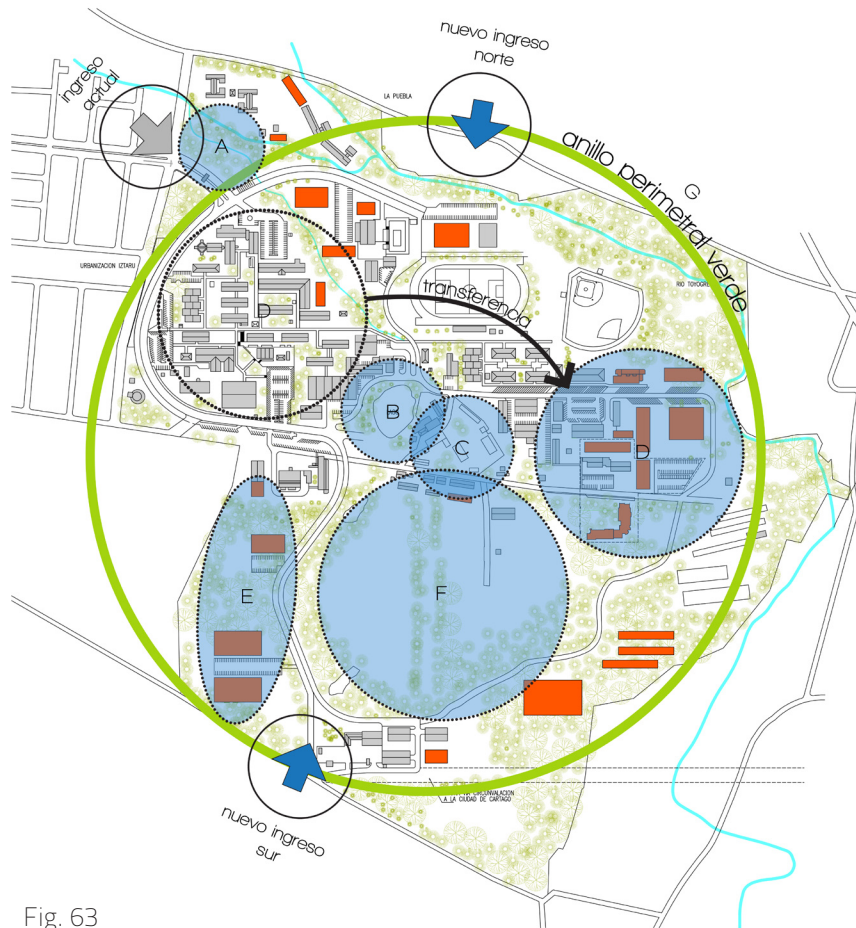


Fig. 63

Edificios por construir

A- Destinar el terreno noroeste (adyacente al acceso principal) para proyecto de carácter educativo.

B- Conservar la zona central del campus (alrededores del lago), como área recreativa y de oxigenación del campus

C- Demoler las galeras del sector central para destinar los terrenos a futuras necesidades académicas de la universidad

D- Desarrollar el sector este del campus mediante el traslado de varias escuelas a fin de descongestionar el sector oeste

E- Definir zonas para el desarrollo de proyectos educativos y tecnológicos hacia el suroeste del campus.

F- Consolidar la zona Agrícola – Forestal en un solo núcleo al sur del campus para el desarrollo de proyectos relacionados con docencia e investigación.

G- Consolidar un anillo perimetral verde, para protección del campus y desarrollo de pasos peatonales y recreativos

Pese a la gran cantidad de terreno sin construir que aún tiene el campus el plan de infraestructura restringe la cantidad de opciones a 3 posible terrenos que podrían albergar el proyecto. La más adecuada de estas opciones, sin embargo, deberá cumplir con una serie de requisitos que exige la naturaleza del proyecto:

Elección del terreno

Área disponible:

Por razones de seguridad y eficiencia es recomendable que los edificios destinados a albergar laboratorios no sobrepasen una altura máxima de 3 pisos, esta restricción implica la necesidad de contar con mayor cantidad de área de huella para el edificio, además de áreas para plaza y parqueos.

Accesibilidad:

Dada la afluencia de personas que un proyecto de este tipo puede presentar es importante que la ubicación del terreno facilite la entrada y salida de vehículos de una manera ágil y eficiente sin provocar un mayor impacto en el campus.

Conectividad:

El terreno debe favorecer la posibilidad de generar nuevas conexiones urbanas dentro del campus a fin de integrar el proyecto a la infraestructura existente así como a la vida estudiantil de la universidad.

Imagen (carácter divulgativo del proyecto):

La imagen se define como el concepto general formado por el público a partir de la información que el museo ofrece al visitante. A fin de que esta imagen proyectada sea positiva el museo debe construir una identidad coherente y comunicarla de una manera particular. La ubicación del proyecto debe fortalecer la identidad y el carácter convergente del proyecto como punto de encuentro físico y académico además que debe ofrecer un entorno circundante agradable y atrayente.

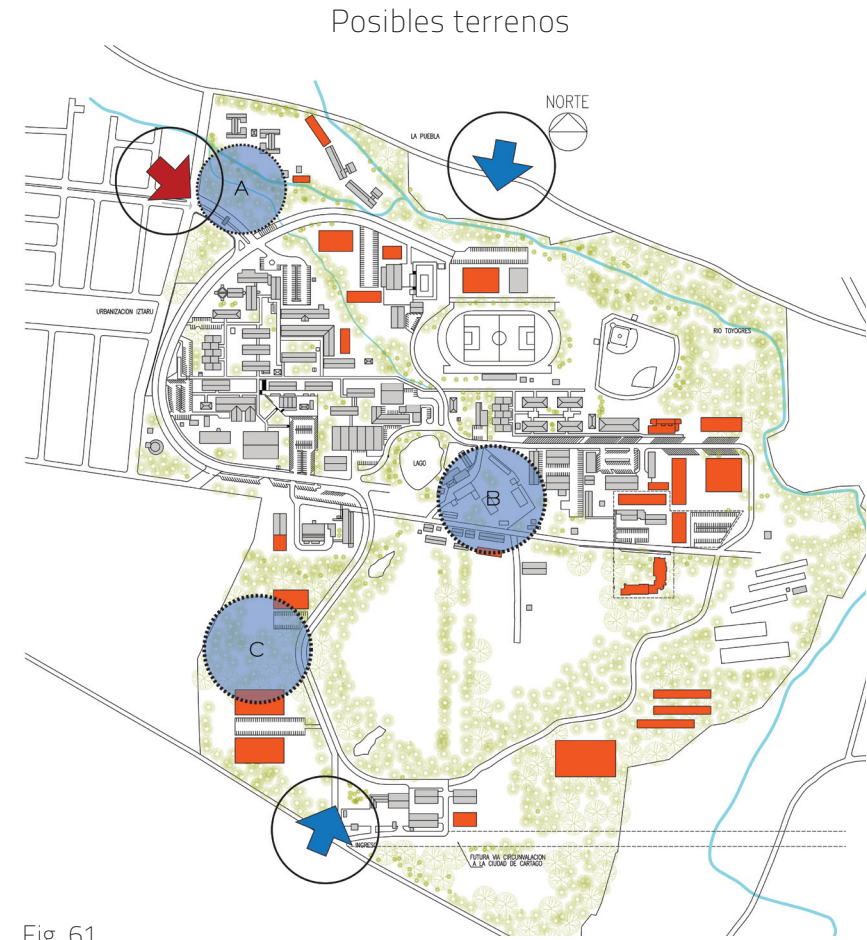


Fig. 61

Terreno	Espacio	Accesibilidad	Conectividad	Imagen
A				
B				✓
C				

Tabla. 3

Elección del terreno

Área

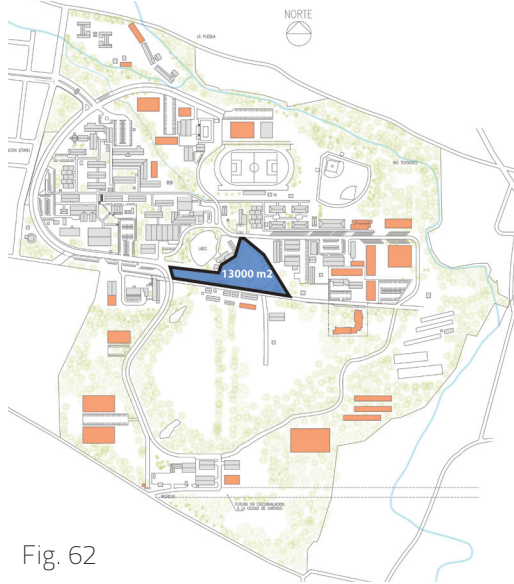


Fig. 62

Los 13000 m² del terreno son suficientes para satisfacer todas las necesidades programáticas del proyecto

Conectividad

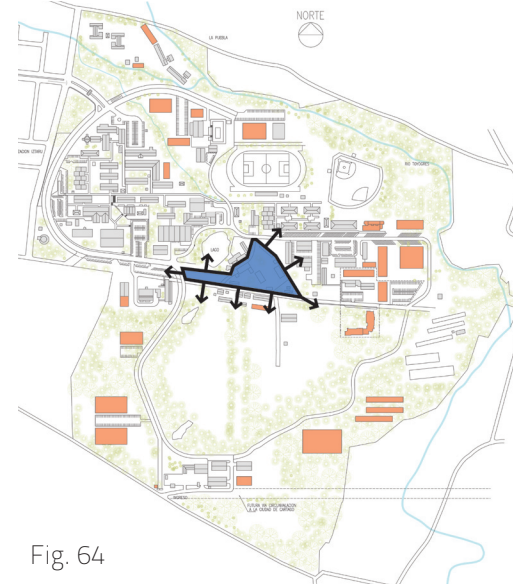


Fig. 64

La forma del terreno y su ubicación lejos de otras edificaciones permite una conexión a 360 grados con distintos sectores del campus

Accesibilidad

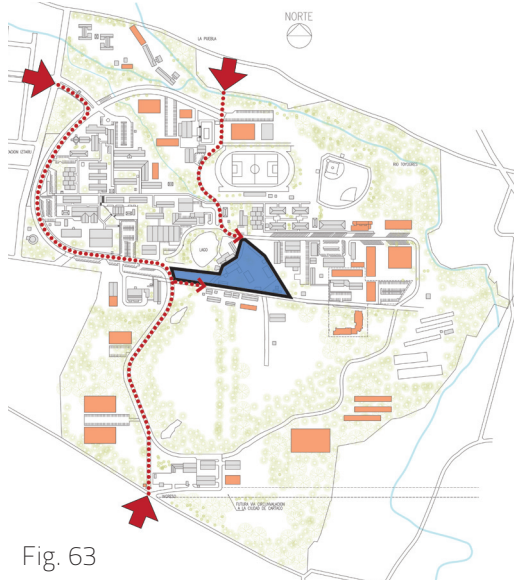


Fig. 63

La ubicación céntrica del terreno permite un fácil acceso al mismo desde cualquier parte del campus

Imagen

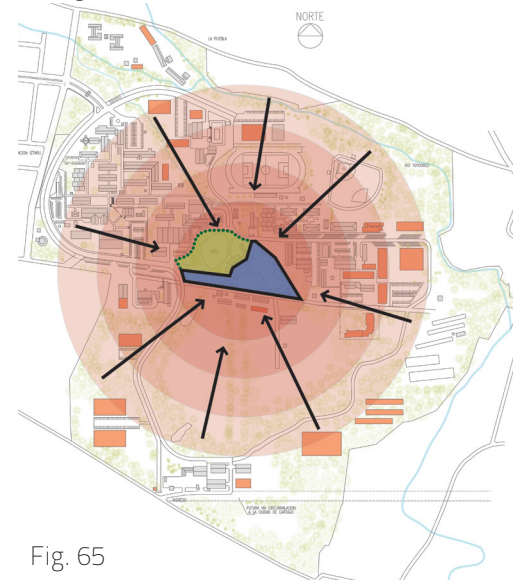


Fig. 65

El discurso convergente del proyecto se ve fortalecido por la ubicación central del terreno. Las áreas verdes que bordean el lago, adyacentes al terreno dan un valor agregado a la imagen del lugar.

Análisis de sitio



Fig. 66

- | | | | | | |
|-------|----------------------------|---|----------------------|---|--------------------------------|
| ●●●●● | Senda vehicular principal | ■ | Terreno disponible | ■ | Barrera vegetal permeable |
| ●●●●● | Senda vehicular secundaria | ■ | Edificios existentes | ■ | Barrera artificial impermeable |
| — | Senda peatonal principal | | | | |
| — | Senda peatonal secundaria | | | | |

Análisis de sitio

Levantamiento fotográfico

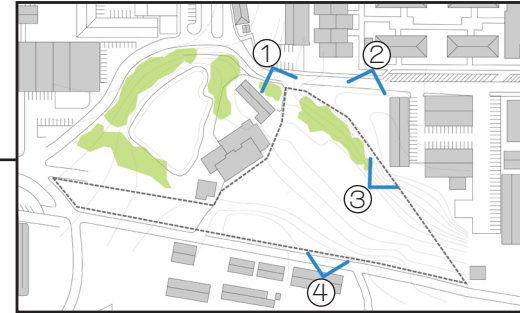


Fig. 67

①

Acceso norte

Barrera vegetal

②



Fig. 68



Fig. 69

③

Terreno elevado

④

Bodegas a demoler



Fig. 70

Programa arquitectónico

Elección de disciplinas

El centro de investigación y divulgación para el TEC se concibe como una propuesta abierta a diferentes grupos de investigación que estén dispuestos a cambiar su modo de tradicional de trabajo y a desempeñarse en espacios de trabajo caracterizados por la flexibilidad, la apertura, la convergencia y el compartir de recursos. Esta aleatoriedad de disciplinas que pueden coexistir e interactuar en determinado momento nos permite proyectar una infinidad de escenarios distintos a desarrollar, en los cuales se trabajaría con base a las intersecciones que se pueden generar entre los participantes.

Para efectos de este trabajo y para demarcar hasta cierto punto los “contornos” del proyecto, opté por proponer una de tantas posibles configuraciones utilizando como referencia las carreras que imparte el TEC y trabajar con base a sus posibilidades, sin que esto signifique, en lo más mínimo, una respuesta definitiva a los retos que puede presentar un proyecto de esta naturaleza.

El objetivo principal de la elección de las disciplinas que tomarán parte, es obtener la mayor heterogeneidad posible con una pequeña cantidad de disciplinas. Para esto las mismas serán elegidas tomando en cuenta su asociación con algunas de las siguientes categorías (ver tabla x):

Carácter Interseccional

Se les llama disciplinas “pegamento” a aquellas disciplinas cuya naturaleza es interdisciplinaria y tienden a hacer converger varios campos del saber, estas disciplinas conforman una de las principales herramientas rompedoras de barreras y son indispensables en el proceso de consolidación del espacio translingüístico.

Carácter Social

La dimensión social dentro del campo científico es indispensable para comprender el papel del público en la práctica científica y lograr una comunicación abierta con la sociedad. Las disciplinas dentro de esta categoría deben ser facilitadoras de la comunicación con el entorno social, e igualmente deben ayudar al entendimiento intracientífico interpretando los distintos discursos y lenguajes utilizados por las distintas disciplinas.

Carácter Emergente:

Se refiere a disciplinas que se encargan del desarrollo de tecnologías emergentes. Tecnologías emergentes o tecnologías convergentes son términos usados indistintamente para señalar la emergencia y convergencia de nuevas tecnologías, con potencial de demostrarse como tecnologías disruptivas. Entre ellas, se encuentran la nanotecnología, la biotecnología, las tecnologías de la información y la comunicación, la ciencia cognitiva, la robótica, y la inteligencia artificial. Estas tecnologías son vistas como críticas para el futuro de la humanidad.

Una vez definidos los principales componentes del proyecto es posible comenzar a estructurar un programa arquitectónico

Carreras Sede Central	Interseccional	Social	Emergente
Administración de empresas			
Administración de Tecnologías de información			
Educación Técnica			
Enseñanza de la Matemática asistida por computadora			
Gestión de Turismo sostenible			
Ingeniería Agrícola			
Ingeniería en Agronegocios			
Ingeniería Ambiental	■		
Ingeniería en Biotecnología			■
Ingeniería en Computación	■		■
Ingeniería en Computadores			
Ingeniería en Construcción			
Ingeniería en Diseño Industrial		■	
Ingeniería Electrónica *(Técnico en Nanotecnología)	■		■
Ingeniería Mecatrónica	■		■
Ingeniería en Mantenimiento industrial			
Ingeniería en Materiales			
Ingeniería en Producción Industrial			
Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental			
Ingeniería Forestal			
Ciencias del lenguaje**	■	■	

Tabla. 4 ** Pese a que Ciencias de lenguaje no califica como una carrera dentro del TEC fue necesario incluirla debido a su función como traductora de lenguajes especializados científicos, lo cual le confiere una marcada dimensión social

el cual permitirá determinar los espacios que los integran de acuerdo a las actividades que allí se realizan y las necesidades específicas que los mismos requieren.

En un proyecto donde actividades con naturalezas tan distintas como la divulgación y la investigación conviven de forma simultánea es vital hacer una diferenciación clara de la dinámica de los espacios donde se llevan a cabo cada actividad y definir las relaciones entre elementos y entre cada elemento.

Todo, esto, con la finalidad de conformar una unidad integradora cuyo propósito sea entrelazar componentes dispares en un mismo entorno compartido y permitirles desempeñarse de manera armoniosa y eficiente.

Zona	Sub-zona	Ambiente	Actividades	Necesidades espaciales	Tipo de Uso	Temporalidad	m2	Relaciones espaciales internas	Relaciones espaciales externas	
Acceso	Áreas externas	Plaza de acceso		Sociales, culturales	Apertura visual, conectividad	Público	M-T-N	5207		
		Parqueo	general	Parquear	Seguridad	Público	M-T-N	2396		
			empleados	Parquear	Seguridad	Privado	M-T-N	135		
	Carga/descarga		Cargar, descargar	Conectividad	Público	M-T	1085			
	Área vestibular principal	Vestíbulo principal		Distribuir y organizar	Conectividad horizontal y vertical, iluminación y ventilación natural	Público	M-T-N	177.2		
		Control acceso laboratorios	recepción/información	Recibir, informar y atender al público	Apertura visual, seguridad, conexión vestibular	Privado	M-T	18.6		
		Control acceso museo	boletería	Vender	Conexión vestibular	Público	M-T-N	3.11		
			caseta de control / paquetería	Controlar, almacenar	Apertura visual, seguridad	Privado	M-T-N	11.4		
		Caseta seguridad		Vigilar, controlar	Apertura visual, seguridad	Privado	M-T-N	3		
		Cafetería	área de mesas	Sentarse e ingerir alimentos	Conexión externa, iluminación y ventilación natural	Público	M-T-N	69.3		
			bodega sillas	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	4.8		
			bodega suministros	Almacenar	Seguridad, fácil acceso desde cocina	Privado	M-T-N	6.5		
			área preparación/servicio	Preparar, vender comidas y atender al público	Seguridad, apertura visual	Público	M-T	13.8		
		s.s	hombres	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Público	M-T-N	16		
			bodega suministros	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	1.5		
mujeres	Fisiológicas		Accesibilidad, privacidad	Público	M-T-N	16				
bodega suministros	Almacenar		Seguridad	Privado	M-T-N	1.5				
Salas de estudio	Individuales		Estudiar	Conexión externa, accesibilidad, iluminación y ventilación natural	Público	M-T-N	36.3			
	Grupales		Estudiar	Conexión externa, accesibilidad, iluminación y ventilación natural	Público	M-T-N	23.6			
Área sub-total							9225.61			

Zona	Sub-zona	Ambiente	Actividades	Necesidades espaciales	Tipo de Uso	Temporalidad	m2	Relaciones espaciales internas	Relaciones espaciales externas	
Museo	Administración	Recepción/Sala de espera	Recibir y atender al público	Accesibilidad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	13			
		Dirección	Coordinar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	9.8			
		Secretaría	Atender y archivar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	7.7			
		Sala de reunión	Reunir, planificar	Conectividad, privacidad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	13			
		Fotocopias/Papelería	Fotocopiar	Accesibilidad	Privado	M-T	4.1			
		Archivo	Archivar información	Seguridad	Privado	M-T	4.1			
		Recursos humanos	Apoyar al personal	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	6.2			
		Relaciones públicas	Atender	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	6.2			
		s.s	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Privado	M-T	3.6			
		Área común	Preparar, descansar	Accesibilidad	Privado	M-T	6.5			
		Curaduría	Conservar, reparar	Conectividad vestibular, seguridad, accesibilidad	Privado	M-T	25.8			
		bodega	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T	5.6			
	Salas de exposición	Área vestibular	vestíbulo	Distribuir, organizar, exhibir	Conectividad, apertura, control climático	Público	M-T	154.5		
			bodega general	Almacenar	Seguridad, capacidad		M-T	30.2		
			cuarto de clusters	Almacenar, reparar	Seguridad		M-T	2		
			s.s hombres	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Público	M-T-N	18.7		
			bodega suministros	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	1.5		
			s.s mujeres	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Público	M-T-N	18.7		
			bodega suministros	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	1.5		
		Mini salón de conferencias	Exponer, discutir, debatir	Apertura visual, control climático, aislamiento acústico	Público	M-T	64			
Salas de exhibición permanentes		Recorrer, exhibir, interactuar	Flexibilidad, apertura visual, conectividad horizontal y vertical, control climático	Público	M-T	188.5				
Salas de exhibición temporales		Recorrer, exhibir, interactuar	Flexibilidad, apertura visual, control climático	Público	M-T	462.7				
Talleres de experimentación			Enseñar, participar, experimentar	Flexibilidad, ventilación e iluminación natural	Público	M-T	207.6			
		s.s hombres	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Público	M-T	20			
	bodega suministros	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	1.5				
	s.s mujeres	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Público	M-T	20				
	bodega suministros	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	1.5				
Área sub-total							1298.5			

Zona	Sub-zona	Ambiente	Actividades	Necesidades espaciales	Tipo de Uso	Temporalidad	m2	Relaciones espaciales internas	Relaciones espaciales externas		
Convergencia	Ciencias del lenguaje (Centro de producción audiovisual)	Administración	recepción/sala de espera	Recibir y atender al público, esperar	Accesibilidad, iluminación natural	Privado	M-T	11			
			jefatura	Coordinar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	8.5			
			secretaría	Atender y archivar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	7.8			
			sala de reuniones	Reunir, planificar	Conectividad, privacidad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	11			
			área común	Preparar, descansar	Accesibilidad	Privado	M-T	5.6			
			s.s	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Privado	M-T	3			
		Centro de grabación	sala de grabación	Grabar video y audio	Aislamiento acústico, control climático, apertura vertical	Privado	M-T	84.5			
			sala de control	Controlar, coordinar	Aislamiento acústico, control climático, conexión visual	Privado	M-T	13			
			cuarto de equipo	Almacenar, organizar	Control climático	Privado	M-T	9			
		Mantenimiento equipo		Limpiar, reparar, mantener	Seguridad, control climático	Privado	M-T	8.6			
		Aulas multimedia1		Exhibir, exponer, impartir	Aislamiento acústico, control climático	Privado	M-T	50			
		Aulas multimedia2		Exhibir, exponer, impartir	Aislamiento acústico, control climático	Privado	M-T	63			
		Laboratorio interdisciplinar	sala de trabajo	Investigar, coordinar, planificar	Flexibilidad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	78			
	cuarto de reunión		Reunir, planificar	Privado		M-T	12				
	Encuentro informal	Comedor general	área de mesas	Sentarse e ingerir alimentos	Conectividad, accesibilidad, apertura visual, iluminación y ventilación natural	Público	M-T-N	317			
			área de servicio	Servir, esperar	Accesibilidad, apertura visual	Privado	M-T	15.5			
			cocina	Cocinar, preparar alimentos, lavar	Seguridad, conexión externa, iluminación y ventilación natural	Privado	M-T	36			
			bodega suministros	Almacenar	Conectividad con cocina, control climático, accesibilidad	Privado	M-T	9			
			s.s	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Privado	M-T	3.2			
			vestidor	Preparar	Privacidad	Privado	M-T	2.5			
		Área de esparcimiento		Descansar, compartir, interactuar, jugar	Flexibilidad, accesibilidad, apertura visual, iluminación y ventilación natural	Público	M-T-N	238			
		Exposición	Auditorio	área de butacas	Sentarse, observar	Apertura visual, apertura vertical, aislamiento acústico	Público	M-T-N			173.5
				escenario	Exponer	Apertura visual, apertura vertical, aislamiento acústico	Privado	M-T-N			43.5
				cuarto de proyección	Proyectar	Seguridad, apertura visual	Privado	M-T-N			4.6
	vestidor			Preparar	Privacidad	Privado	M-T-N	12.5			
	bodega			Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	3			
	s.s		hombres	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Público	M-T-N	15			
bodega suministros			Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	1.5				
mujeres			Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Público	M-T-N	15				
Reunión	Sala de reuniones general	cuarto de espera	Esperar	Accesibilidad	Público	M-T-N	21.6				
		sala principal	Reunir, planificar	Conectividad, privacidad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T-N	45.5				
Área sub-total							1323.4				

Zona	Sub-zona	Ambiente	Actividades	Necesidades espaciales	Tipo de Uso	Temporalidad	m2	Relaciones espaciales internas	Relaciones espaciales externas	
Laboratorios	Ingeniería en Computación	Administración	recepción/sala de espera	Recibir y atender al público, esperar	Accesibilidad, iluminación natural	Privado	M-T	12.6		
			jefatura	Coordinar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	9		
			secretaría	Atender, archivar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	7.7		
			sala de reuniones	Reunir, planificar	Conectividad, privacidad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	11		
			área común	Preparar, descansar	Accesibilidad	Privado	M-T	7.5		
			s.s	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Privado	M-T	3		
			bodega	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T	3.7		
		Fab lab (lutec)	Área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, iluminación natural controlada	Privado	M-T-N	56		
			Oficina administrador	Coordinar, monitorear	Privado	M-T-N	5.5			
		Int, artificial y sistemas expertos	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, iluminación natural controlada	Privado	M-T-N	56		
	oficina administrador		Coordinar, monitorear	Privado	M-T-N	5.5				
	Comunicación y Teleprocesos	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, iluminación natural controlada	Privado	M-T-N	56			
		oficina administrador	Coordinar, monitorear	Privado	M-T-N	5.5				
	Telemática y Arq. De computadoras	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, iluminación natural controlada	Privado	M-T-N	46			
	Base de datos e Ing. del software	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, iluminación natural controlada	Privado	M-T-N	38			
	Ingeniería Electrónica	Administración	recepción/Sala de espera	Recibir y atender al público, esperar	Accesibilidad, iluminación natural	Privado	M-T	14.7		
			jefatura	Coordinar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	9.5		
			secretaría	Atender, archivar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	9		
			sala de reuniones	Reunir, planificar	Conectividad, privacidad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	12		
			area común	Preparar, descansar	Accesibilidad	Privado	M-T	5.7		
s.s			Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Privado	M-T	3			
Robótica y automatización		área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación	Privado	M-T-N	53.5			
		cubículo monitoreo	Monitoreo	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6			
Lab de inteligencia artificial		área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación	Privado	M-T-N	57.5			
(Nanotecnología)		Lab nanotecnología 1	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada	Privado	M-T-N	57.5		
	cubículo monitoreo		Monitoreo	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6			
	Lab nanotecnología 2	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación	Privado	M-T-N	57.5			
		cubículo monitoreo	Monitoreo	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6			

Zona	Sub-zona	Ambiente	Actividades	Necesidades espaciales	Tipo de Uso	Temporalidad	m2	Relaciones espaciales internas	Relaciones espaciales externas	
Laboratorios	Biotecnología	Administración	recepción/sala de espera	Recibir y atender al público, esperar	Accesibilidad, iluminación natural	Privado	M-T	12.6		
			jefatura	Coordinar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	9		
			secretaría	Atender, archivar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	7.7		
			sala de reuniones	Reunir, planificar	Conectividad, privacidad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	11		
			área común	Preparar, descansar	Accesibilidad	Privado	M-T	7.5		
			s.s	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Privado	M-T	3		
			bodega	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T	3.7		
		Preparación de medios	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación natural	Privado	M-T-N	89		
			soporte	Investigar, experimentar	Control climático	Privado	M-T-N	20		
			cubículo monitoreo	Monitorear	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6		
		Lab. Crioconservación	área de trabajo	Investigar, experimentar	Control climático, seguridad	Privado	M-T-N	10		
		Virología	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, control climático	Privado	M-T-N	19		
		Área de lavado	lavado	Lavar, preparar	Flexibilidad, iluminación natural controlada, ventilación natural	Privado	M-T-N	19		
			transición (transferencia-exterior)	Controlar	Seguridad, control climático	Privado	M-T-N	4.5		
		Transferencia	cuarto frío	Almacenar, investigar	Flexibilidad, seguridad, control climático	Privado	M-T-N	42.7		
			cuarto caliente	Almacenar, investigar	Flexibilidad, seguridad, control climático	Privado	M-T-N	42.5		
		Cultivo de tejido (controlado)	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación natural	Privado	M-T-N	58.5		
			soporte	Investigar, experimentar	Control climático, seguridad	Privado	M-T-N	28.5		
			cubículo monitoreo	Monitorear	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6		
		Cultivo de tejido (no controlado)	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación natural	Privado	M-T-N	58.5		
			soporte	Investigar, experimentar	Control climático, seguridad	Privado	M-T-N	28.5		
			cubículo monitoreo	Monitorear	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6		
		Biología molecular	área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación natural	Privado	M-T-N	58.5		
			soporte	Investigar, experimentar	Control climático, seguridad	Privado	M-T-N	28.5		
			cubículo monitoreo	Monitorear	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6		
		Bodega general		Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	8		

Zona	Sub-zona	Ambiente	Actividades	Necesidades espaciales	Tipo de Uso	Temporalidad	m2	Relaciones espaciales internas	Relaciones espaciales externas				
Laboratorios	Diseño industrial	Administración	recepción/sala de espera	Recibir, atender, esperar	Accesibilidad, iluminación natural	Privado	M-T	12.6					
			jefatura	Coordinar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	9					
			secretaría	Atender, archivar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	7.7					
			sala de reuniones	Reunir, planificar	Conectividad, privacidad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	11					
			área común	Preparar, descansar	Accesibilidad	Privado	M-T	7.5					
			s.s	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Privado	M-T	3					
			bodega	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T	3.7					
	Robótica	Experimentar, modelar	Flexibilidad, transparencia, iluminación y ventilación natural	Privado	M-T-N	88.5							
	Prototipos 3D	Investigar, modelar, dibujar	Flexibilidad, transparencia, iluminación y ventilación natural	Privado	M-T-N	60							
	Media	Investigar	Flexibilidad, transparencia, iluminación natural controlada	Privado	M-T-N	60							
	Procesos	Experimentar, modelar	Flexibilidad, transparencia, iluminación y ventilación natural	Privado	M-T-N	60							
	Bodega general	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	8							
	Laboratorios	Ingeniería ambiental	Administración	recepción/sala de espera	Recibir, atender, esperar	Accesibilidad, iluminación natural	Privado	M-T			12.6		
				jefatura	Coordinar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T			9		
secretaría				Atender, archivar	Seguridad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	7.7					
sala de reuniones				Reunir, planificar	Conectividad, privacidad, ventilación e iluminación natural	Privado	M-T	11					
área común				Preparar, descansar	Accesibilidad	Privado	M-T	7.5					
s.s				Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Privado	M-T	3					
bodega				Almacenar	Seguridad	Privado	M-T	3.7					
Potables			área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación natural	Privado	M-T-N	88.5					
			cubículo monitoreo	Monitorear	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6					
Aguas residuales			área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación natural	Privado	M-T-N	88.5					
		cubículo monitoreo	Monitorear	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6						
Cromatografía		área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación natural	Privado	M-T-N	57.5						
		sopORTE	Investigar, experimentar	Control climático, seguridad	Privado	M-T-N	9.5						
		cubículo monitoreo	Monitorear	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6						
Microbiología		área de trabajo	Investigar, experimentar	Flexibilidad, transparencia, conectividad vertical, iluminación natural controlada, ventilación natural	Privado	M-T-N	57.5						
		cuarto limpio	Investigar, experimentar	Control climático, seguridad	Privado	M-T-N	20						
		cubículo monitoreo	Monitorear	Apertura visual	Privado	M-T-N	8.6						
	Bodega general	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	8							

Zona	Sub-zona	Ambiente	Actividades	Necesidades espaciales	Tipo de Uso	Temporalidad	m2	Relaciones espaciales internas	Relaciones espaciales externas	
Laboratorios	Servicios	Fotocopiadora		Fotocopiar, almacenar	Accesibilidad	Privado	M-T	12		
		Conserjería	área común	Preparar, descansar	Privacidad, conectividad, iluminación y ventilación natural	Privado	M-T-N	6.4		
			vestidor	Preparar	Privacidad	Privado	M-T-N	1.6		
			s.s	Fisiológicas	Privacidad, ventilación natural	Privado	M-T-N	2		
			Mantenimiento equipo		Limpiar, reparar, mantener	Seguridad, iluminación y ventilación natural	Privado	M-T		
		Cuarto de carga/descarga		Cargar, descargar	Conectividad externa, seguridad	Privado	M-T	31.5		
			cuarto de control	Controlar	Apertura visual	Privado	M-T	3		
		s.s	hombres	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Público	M-T-N	122.4		
			bodega suministros	Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	2		
			mujeres	Fisiológicas	Accesibilidad, privacidad	Público	M-T-N	127		
	bodega suministros		Almacenar	Seguridad	Privado	M-T-N	2			
	Apoyo	Cuarto de clusters		Almacenar, reparar	Seguridad	Privado	M-T	1.8		
		Elevador de carga		Cargar, trasladar	Conectividad, seguridad	Privado	M-T	4.3		
		Bodega general		Almacenar	Seguridad	Privado	M-T	21.7		
	Área sub-total							2349.9		
Área total							14197.4			

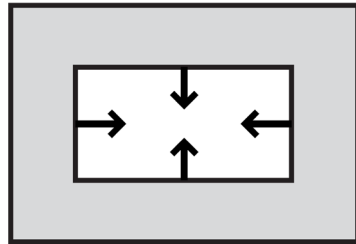
Concepto

Inclusión como vía para la intersección

La inclusión constituye un acto voluntario dirigido a romper las barreras impuestas tradicionalmente. A través de la apertura y la oportunidad se busca la consolidación de nuevos diálogos e interacciones donde antes no existían

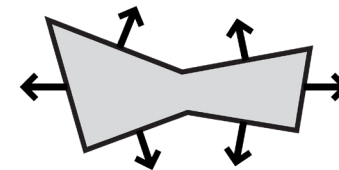


Laboratorio



-Hermético
-Introvertido

Museo



-Accesible
-Extrovertido

Unión de opuestos

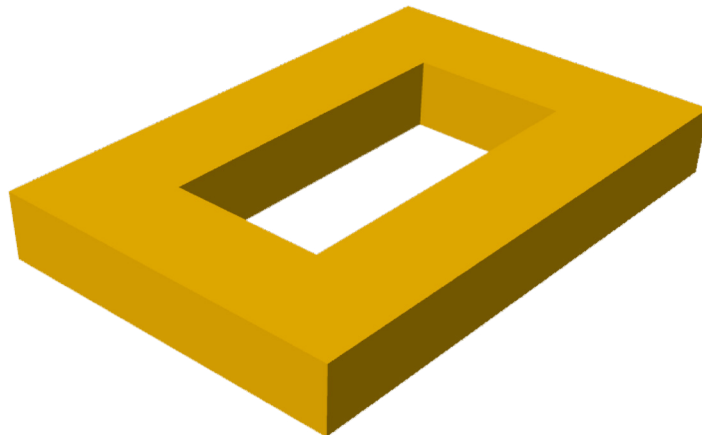
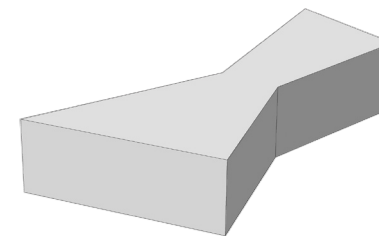


Fig. 71 Laboratorio como receptor abierto al diálogo



Museo como catalizador del proceso de inclusión social

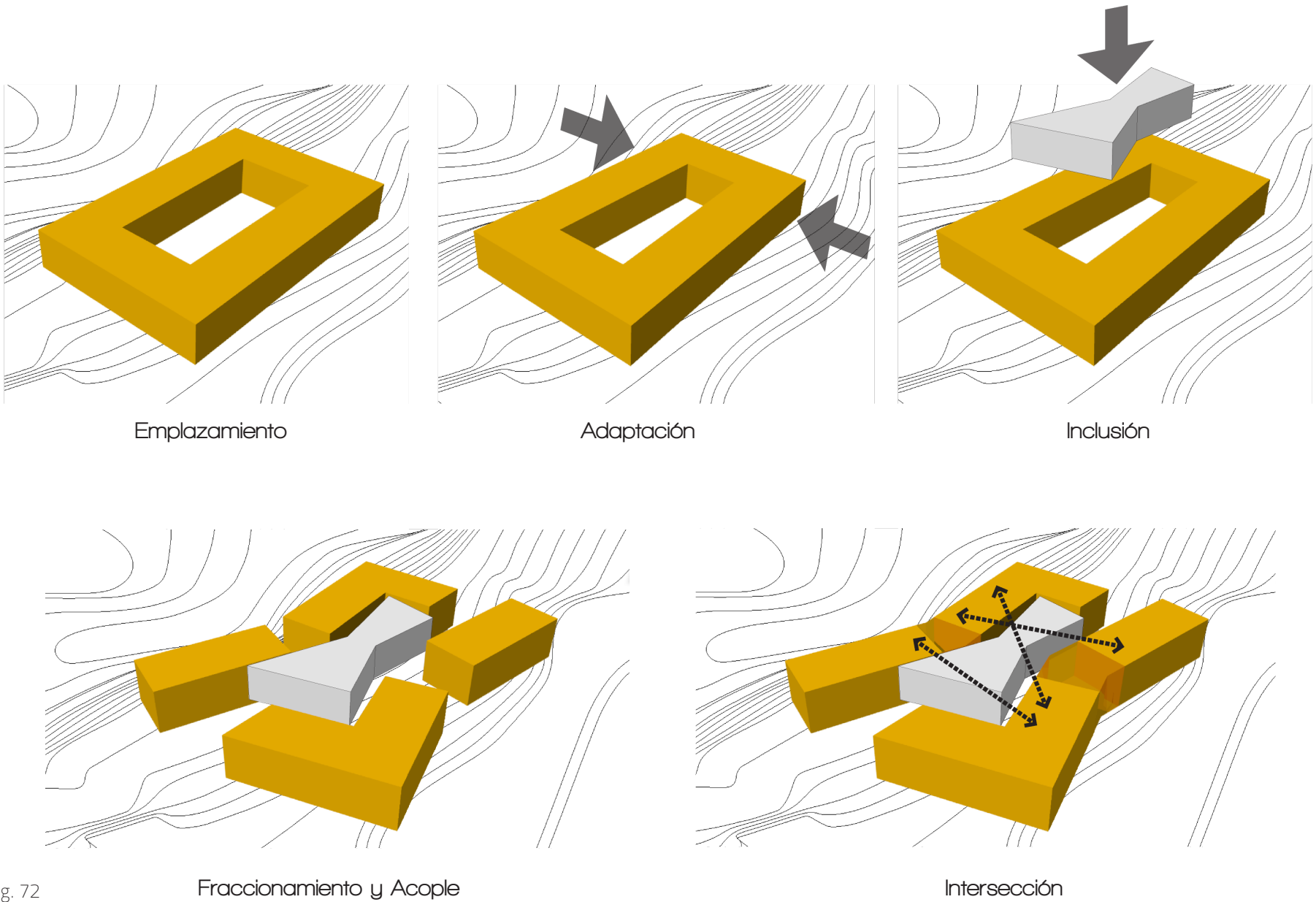
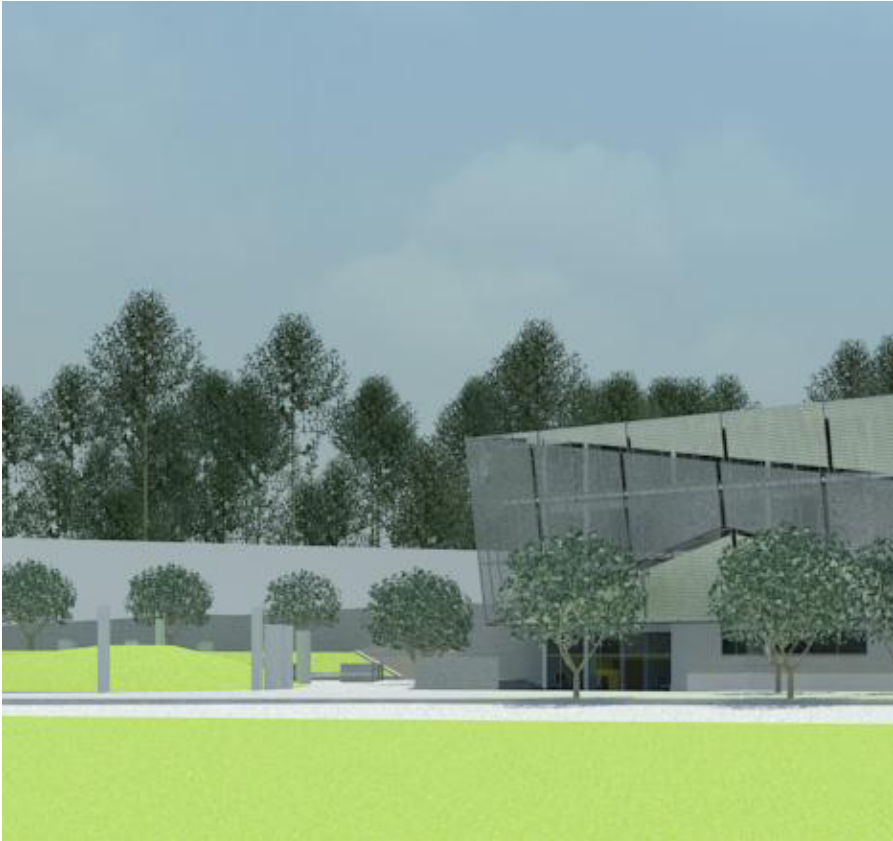


Fig. 72

Fraccionamiento y Acople

Intersección





Diseño de Sitio

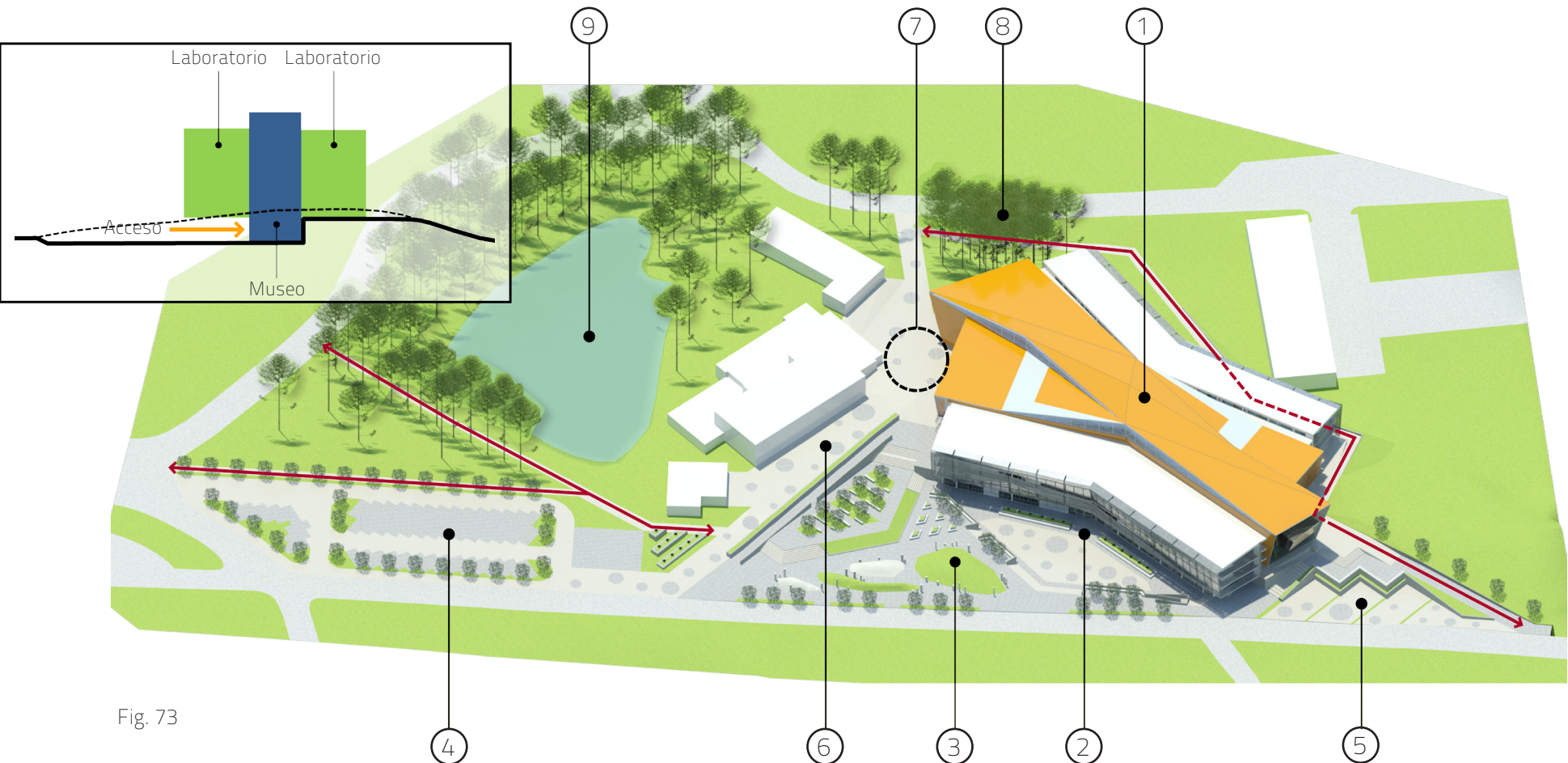


Fig. 73

- ① ⑦ -Posicionamiento del edificio en la parte más alta del terreno a fin de reforzar la presencia y el impacto del proyecto en el campus, facilitar labores de carga y descarga desde la parte norte y evitar problemas de escorrentía y evacuación de aguas.
- ② ③ -Aprovechamiento de la parte baja del terreno para generar la plaza de acceso, esta se encuentra interconectada, a su vez, con los principales flujos de circulación existentes en el sitio.
- ④ -Parqueo general para 50 vehículos.
- ⑤ -Parqueo administrativo para 6 vehículos adyacente al acceso principal.
- ⑥ -La conservación del eje de circulación norte-sur permite una mayor conectividad del proyecto con la trama de circulación del campus y facilita las labores de traslado vehicular.
- ⑧ ⑨ -A fin de preservar la franja verde proveniente de los alrededores del lago y no alterar la imagen natural del sitio se se decidió conservar la barrera vegetal del sector norte.

Vistas nivel plaza



Fig. 74 Plaza principal: Vista suroeste

Vistas Nivel plaza



Fig. 75 La plazoleta de acceso pretende funcionar como escenario de actividades recreativas y sociales

Vistas nivel plaza



Fig. 76 La generación de sub-ámbitos con distintas cualidades espaciales dentro de la plaza aporta mayor riqueza y variedad al espacio urbano

Vistas Nivel plaza

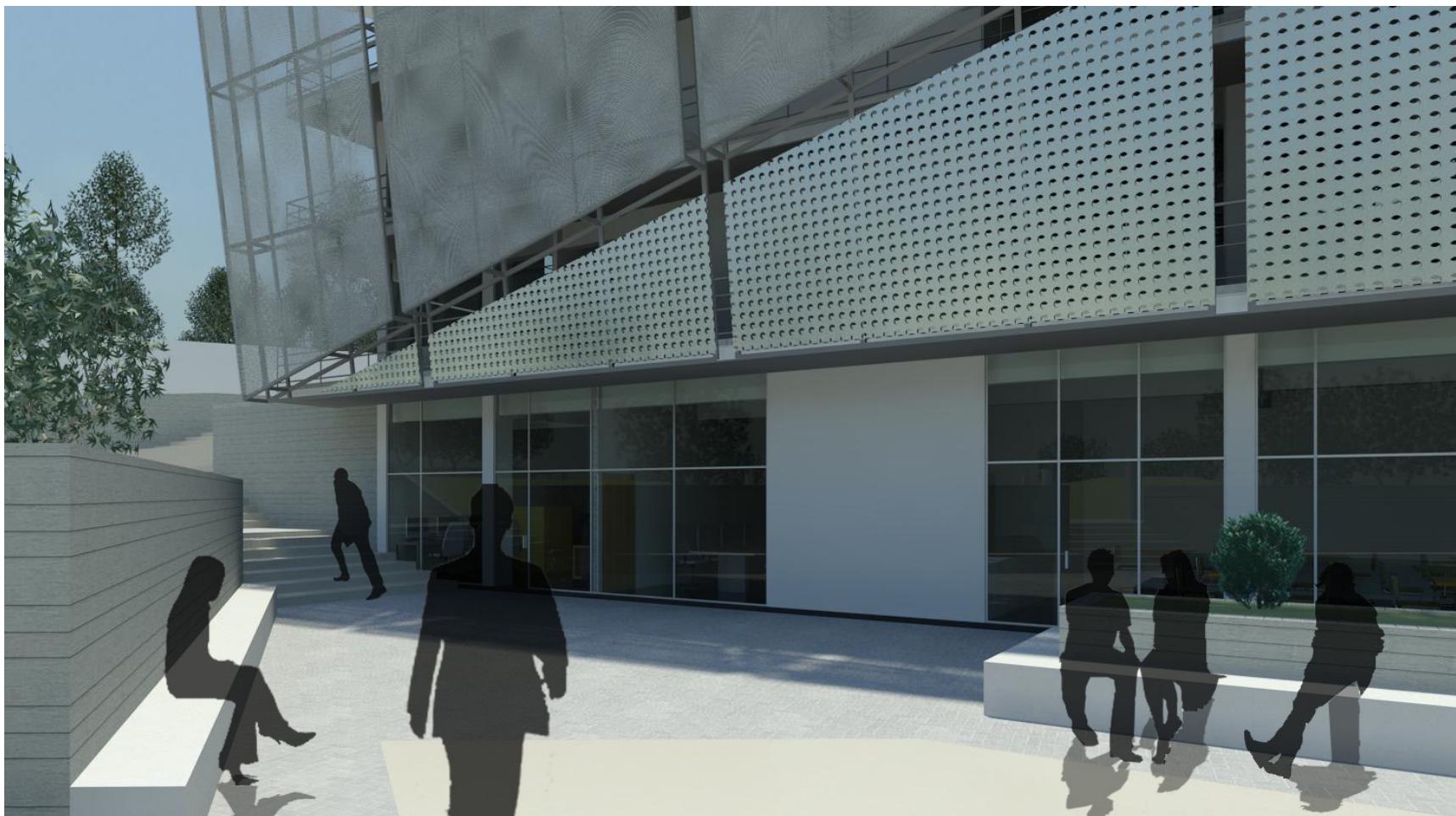


Fig. 77 Muros bajos, así como elementos de asiento y descanso enmarcan y resguardan la plazoleta de acceso, ayudando a contener diferentes actividades y a demarcar circulaciones

Diagramas de distribución y Plantas

Diagrama de distribución Nivel Plaza

- Sector de acceso**
 - Relación directa con áreas externas
 - Carácter público
 - Iluminación y ventilación natural
- Áreas de museo**
 - Acceso independiente
 - Actividades de exhibición y exposición
 - Ambientes controlados
 - Iluminación y ventilación natural restringida
- Circulación museo**
- Circulación laboratorios**

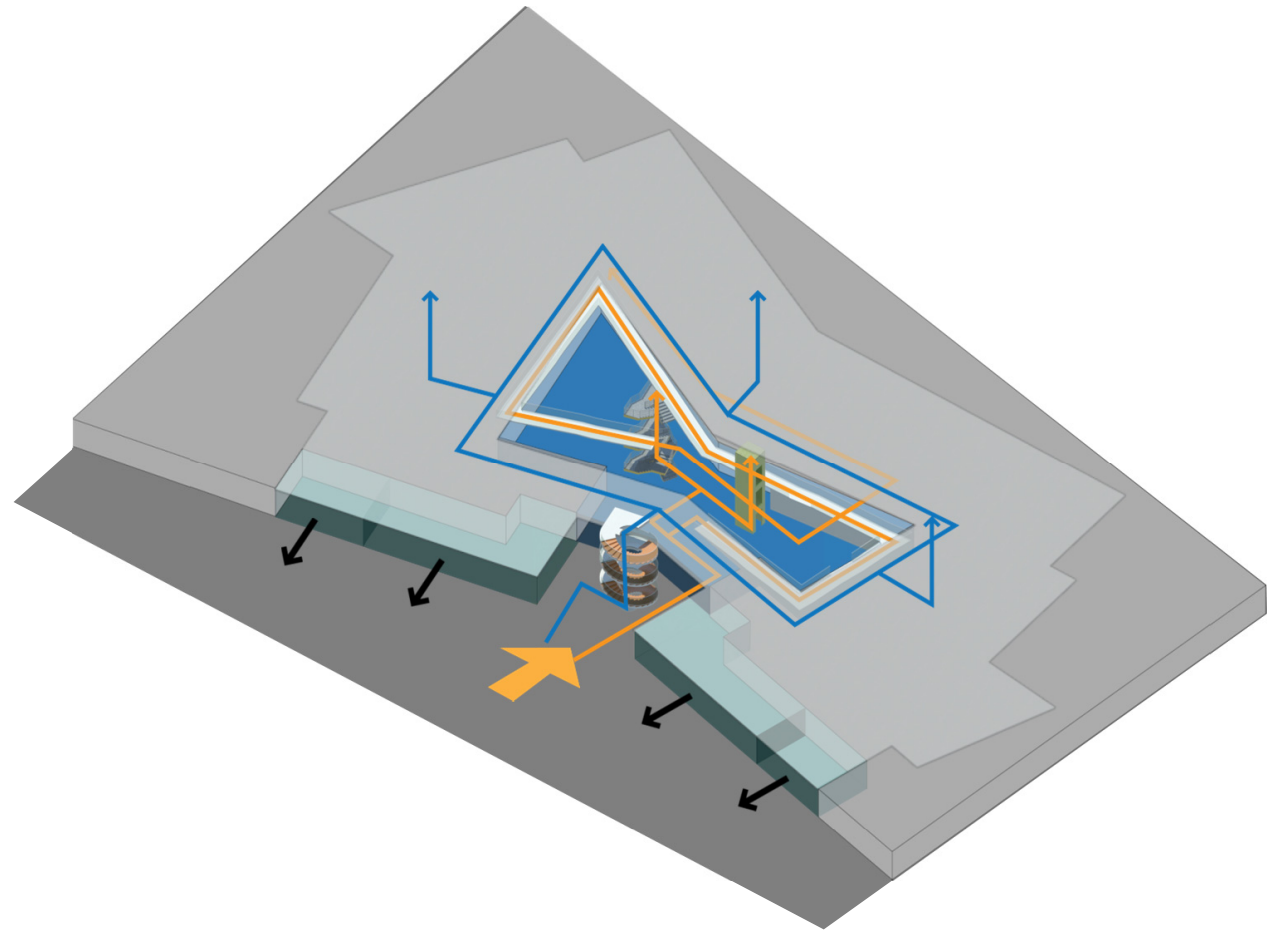


Fig. 78



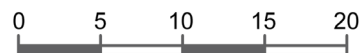
- Común
- Museo
- Estudiantil
- Apoyo

- 1- Vestíbulo general
- 2- Recepción/Control acceso laboratorios
- 3- Vestíbulo secundario museo
- 4- Caseta seguridad
- 5- Cuarto redes
- 6- Servicios sanitarios generales
- 7- Cafetería
- 8- Bodega cafetería
- 9- Area servicio
- 10- Bodega suministros
- 11- Sala de estudio individual
- 12- Sala de estudio grupal
- 13- Curaduría museo
- 14- Bodega curaduría
- 15- Recepción/Espera administración museo
- 16- Secretaría
- 17- Recursos humanos
- 18- Relaciones públicas
- 19- Dirección
- 20- Sala reuniones
- 21- Area común
- 22- s.s
- 23- Archivo
- 24- Papelería
- 25- Boletería museo
- 26- Control acceso museo/Paquetería
- 27- Servicios sanitarios museo
- 28- Vestíbulo museo
- 29- Sala exposición permanente
- 30- Bodega general museo



NIVEL PLAZA

sin escala



Vistas nivel 1

Fig. 79 Integrar las salas de exposición e intercambio público-profesional con las áreas de exhibición permite un contacto más directo de la ciencia con la sociedad

Vistas Nivel 1



Fig. 80 La transparencia combinada con el uso de barreras físicas permite que actividades de las salas de exhibición y las áreas de encuentro científico informal sean experimentadas de forma simultánea sin comprometer la seguridad de ambos entornos

Diagrama de distribución Nivel 2

Laboratorios con requerimientos especiales

- Laboratorios húmedos
- Condiciones de riesgo (seguridad)
- Temporalidad cambiante
- Iluminación y ventilación natural controlada

Sector de oficinas

- Actividades administrativas
- Conexión directa a laboratorios y espacios de trabajo
- Iluminación y ventilación natural

Sector de apoyo

- Ubicación centralizada
- Actividades de soporte
- Requerimientos de ventilación e iluminación natural variables

Áreas comunes

- Puntos de encuentro entre laboratorios
- Eliminación de barreras físicas
- Actividades de esparcimiento y ocio
- Iluminación y ventilación natural

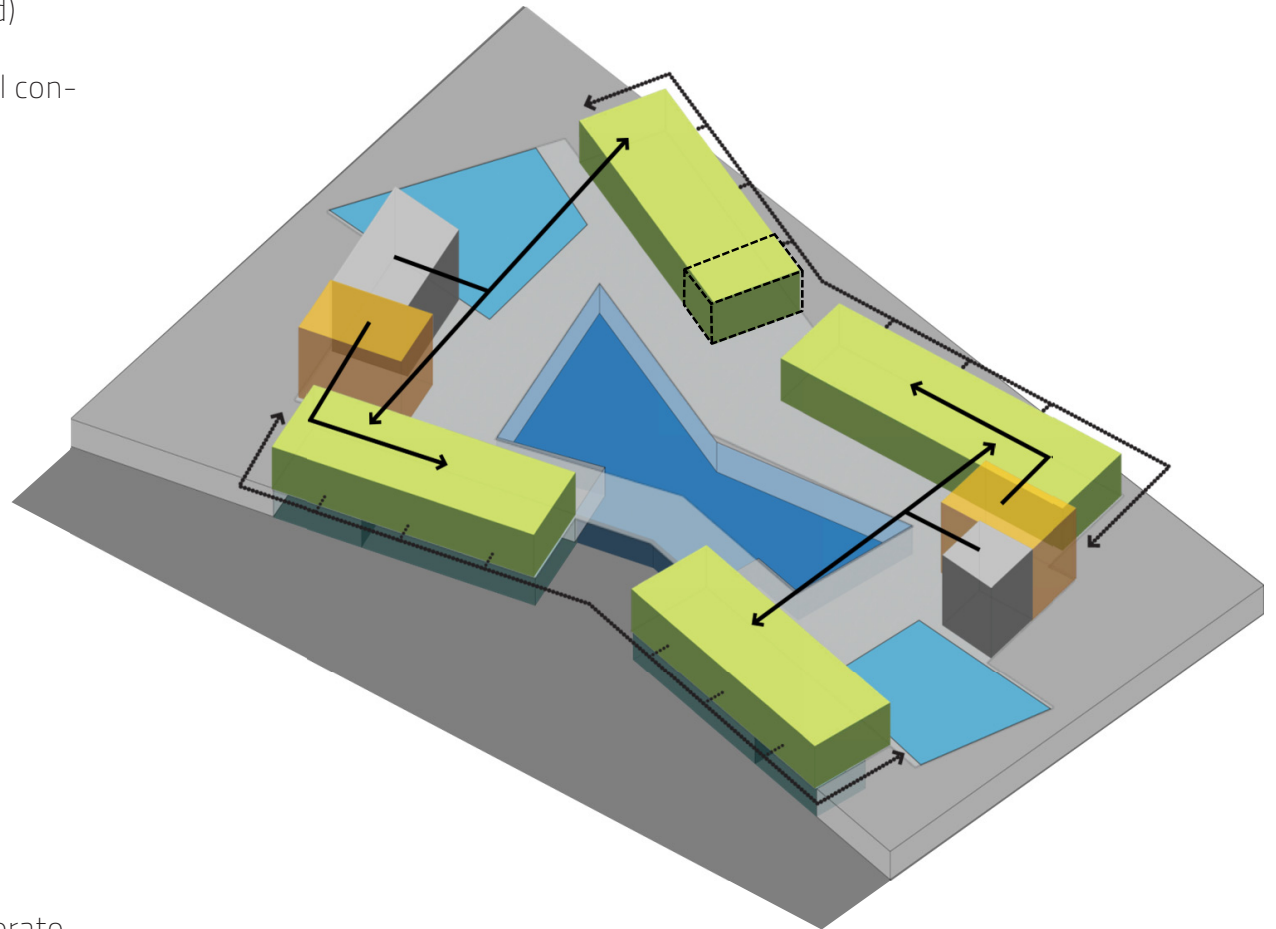


Fig. 81



Vistas nivel 2

Fig. 82 El uso de dobles alturas en laboratorios facilita la instalación de ductos e instalaciones sin interferir con la dinámica de los espacios de trabajo. Combinado al uso de grandes ventanales permite dotar a los mismos de mayor iluminación natural y exponer el trabajo de laboratorio a personas ajenas al mismo.

Vistas Nivel 2



Fig. 83 Las zonas de esparcimiento compartidas entre diferentes laboratorios favorecen la interacción social relajada y amena entre grupos profesionales de distintas disciplinas

Diagrama de distribución Nivel 3



Cubículos de monitoreo

- Vinculados a laboratorios con requerimientos especiales
- Dirección y coordinación de actividades



Áreas de museo

- Actividades de exhibición, exposición e interacción social
- Ambientes controlados
- Iluminación y ventilación natural restringida

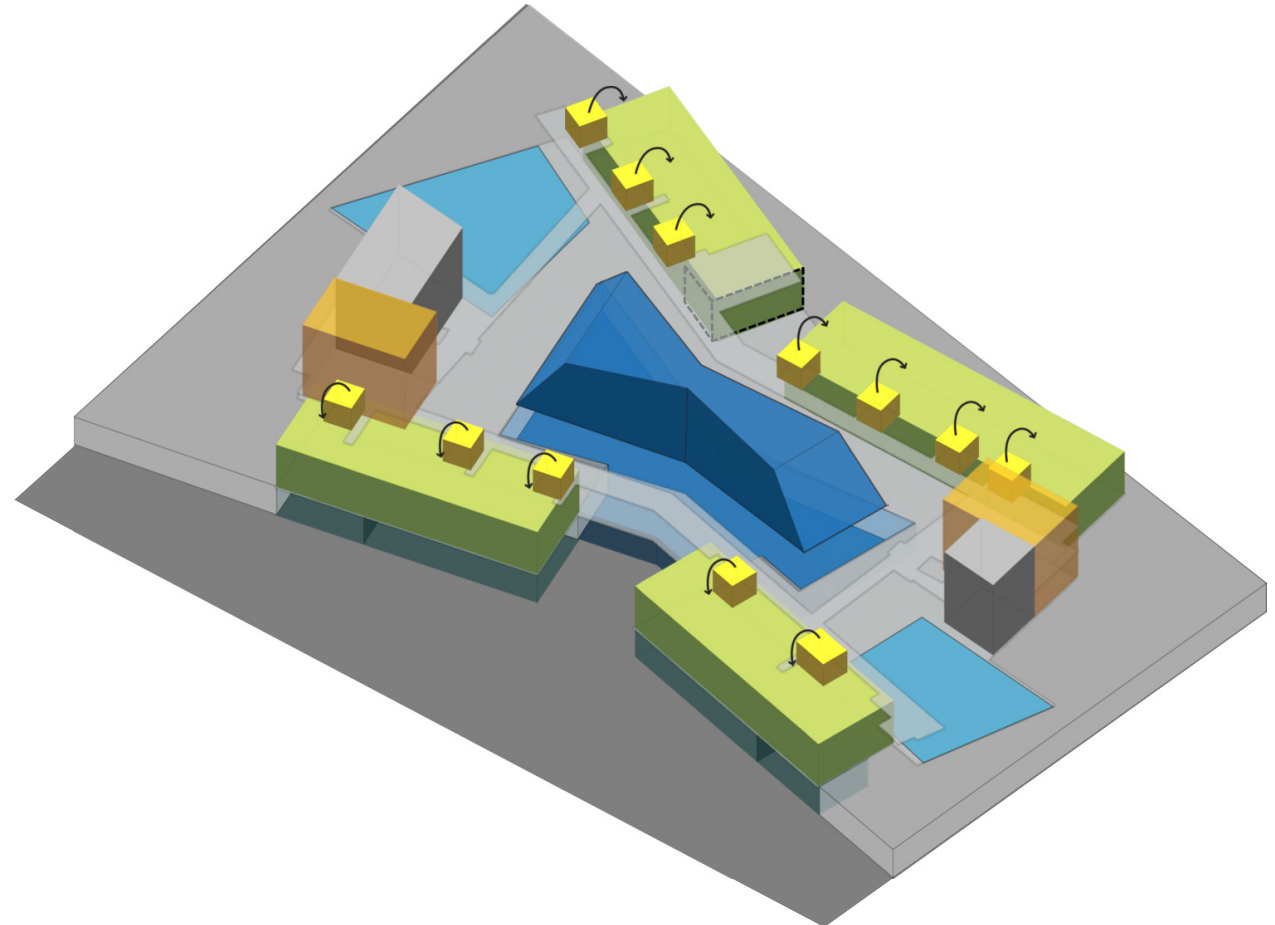
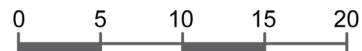


Fig. 84



NIVEL 3

sin escala



Vistas nivel 3



Fig. 85 El uso de dobles alturas en laboratorios posibilita la colocación de cubículos de monitoreo en un nivel superior, facilitando la labor de supervisión para los directores de investigación

Vistas Nivel 3

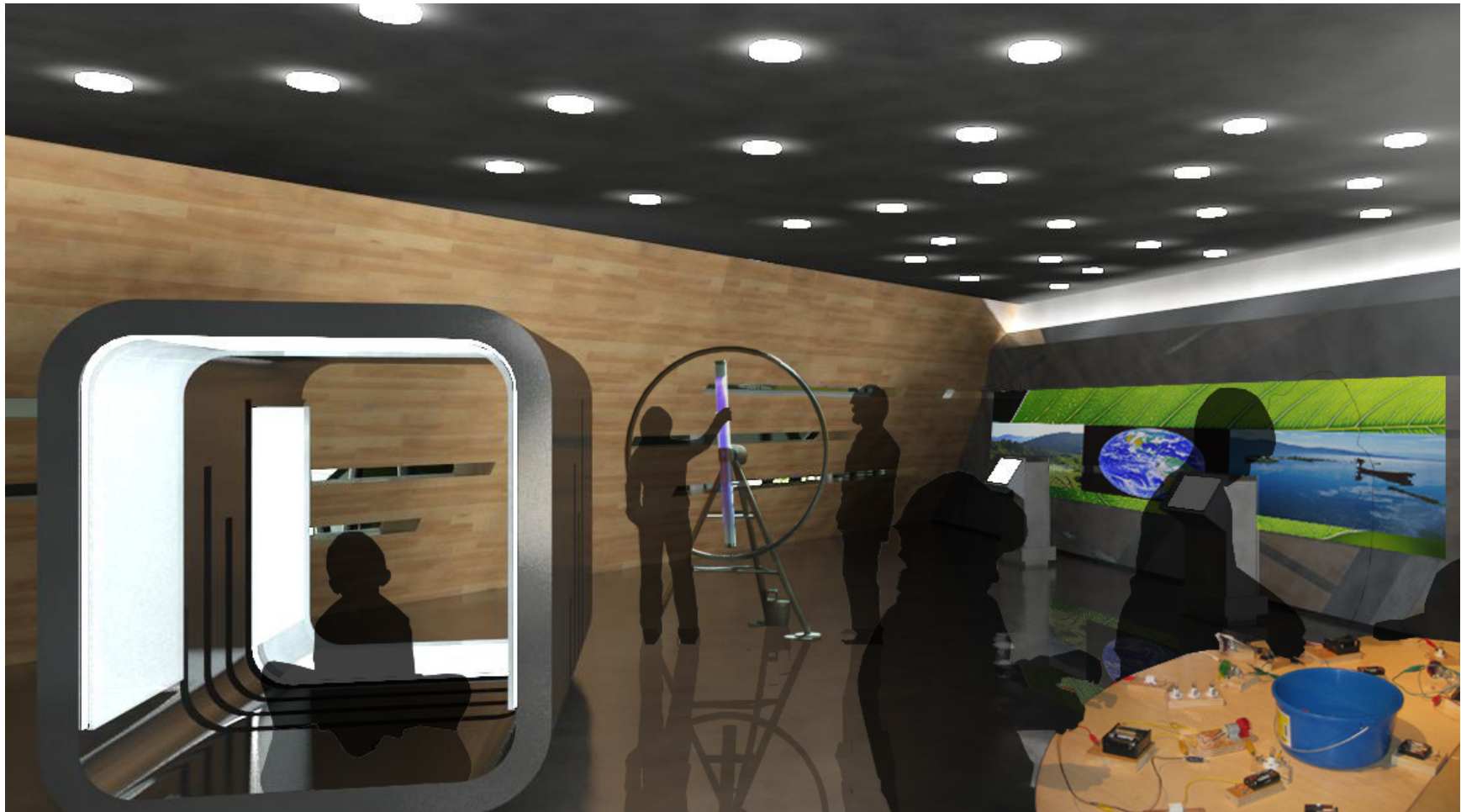


Fig. 86 El uso de iluminación artificial controlada y medios de visualización digitales ayudan a generar diferentes ambientes en los espacios de exhibición y experimentación museística.

Diagrama de distribución Nivel 4

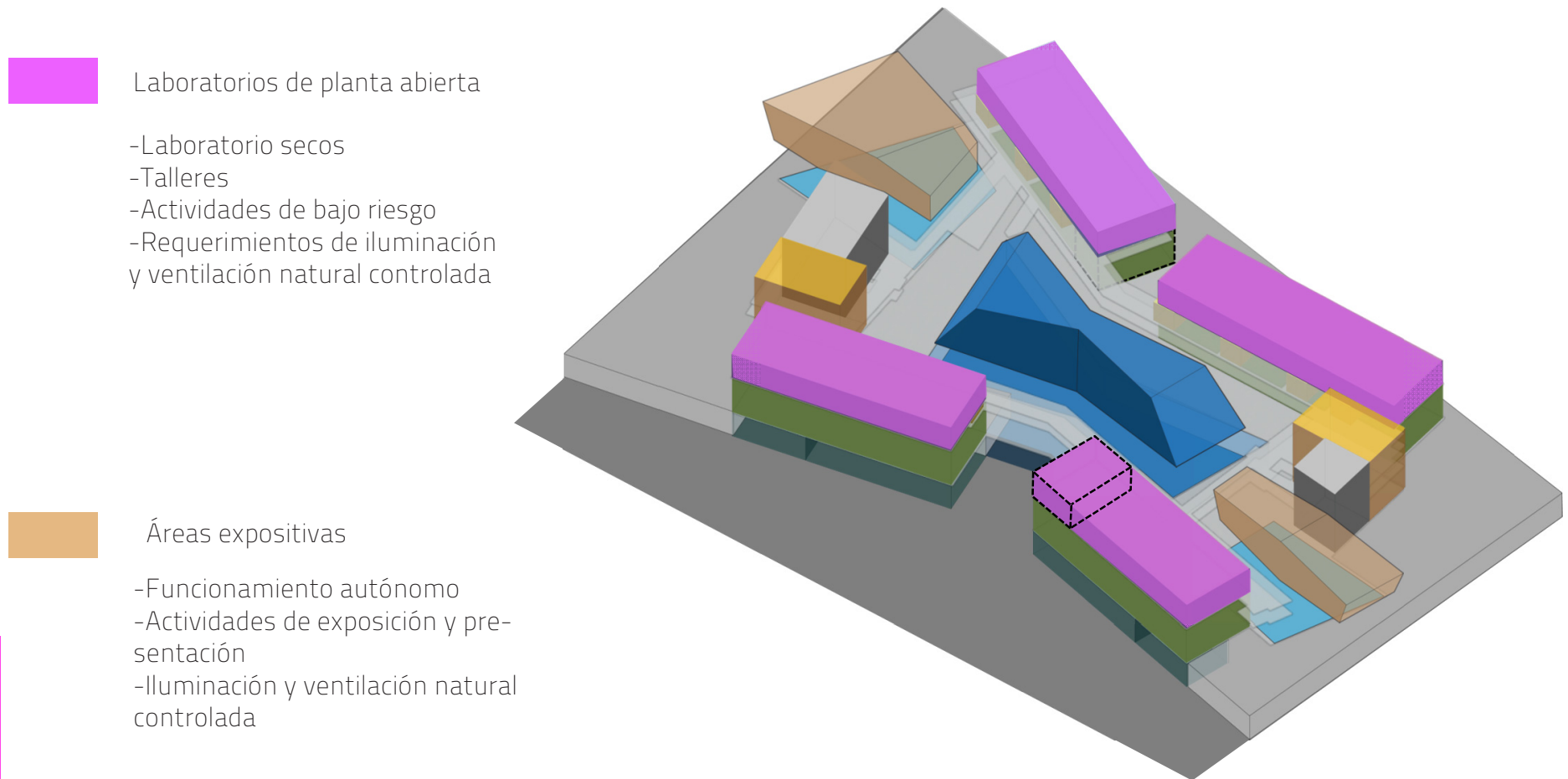


Fig. 87



Vistas nivel 4

Fig. 88 Los laboratorios de planta abierta ofrecen mayor libertad de configuración de mobiliario ya que en su mayoría utiliza equipo liviano y movable

Vistas Nivel 4



Fig. 89 Los talleres de experimentación son espacios destinados a albergar grupos grandes de visitantes, los cuales tiene la posibilidad de involucrarse en proyectos de investigación de manera personal.



Fig. 90 Vista interna del atrio principal

Diseño estructural

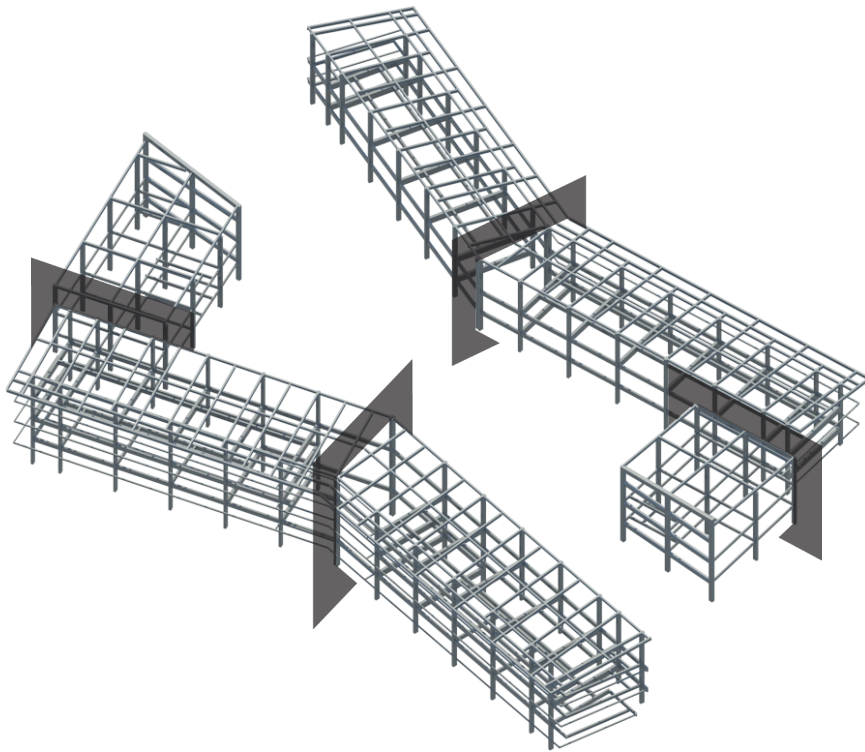


Fig. 91 Para las alas que contienen los laboratorios se utiliza un sistema estructural de columnas y vigas de concreto creando un anillo discontinuo. Debido a las largas distancias que se manejan de extremo a extremo del edificio se plantean juntas estructurales de separación en los cambios de dirección de la estructura para mantener la integridad estructural del conjunto.

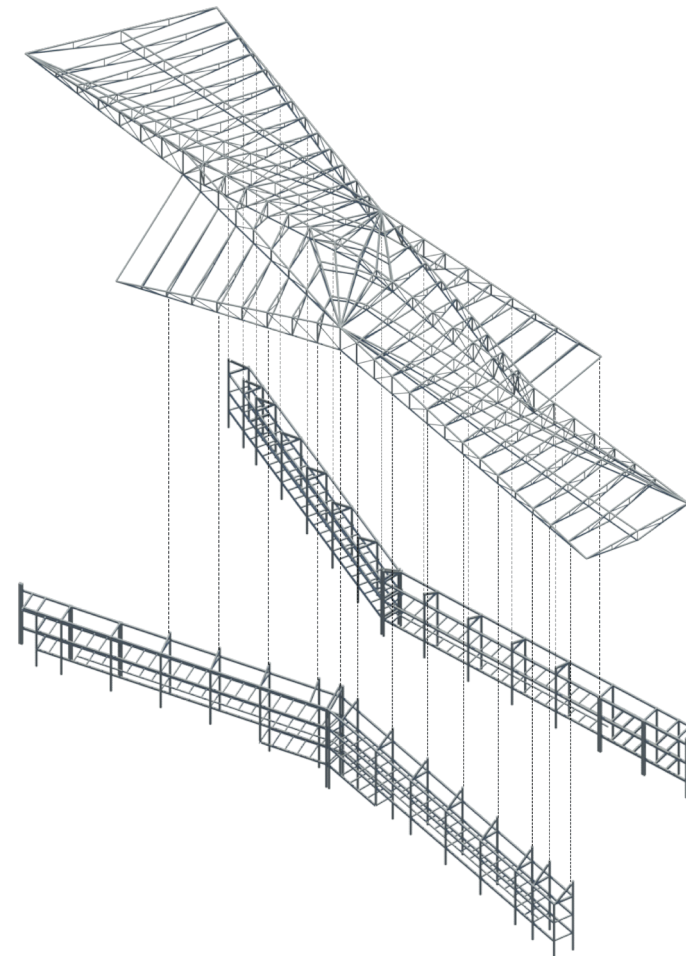


Fig. 92 Para los pasillos de circulación interna se plantean dos bandas de estructuras de acero para darle mayor flexibilidad al conjunto. Estas bandas cumplen al mismo tiempo la función de contrafuerte para soportar la estructura metálica del techo transmitiendo las fuerzas hacia los extremos del edificio.

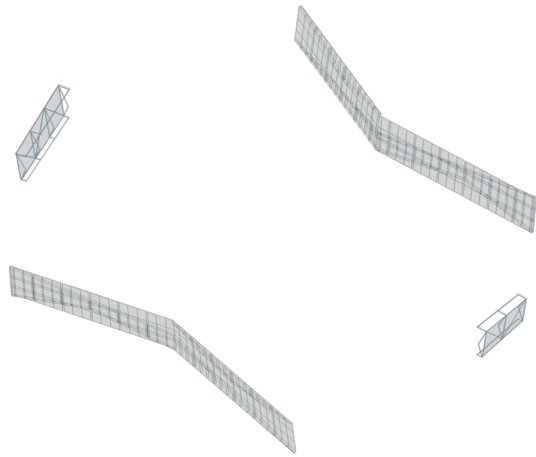


Fig. 93 Para el sistema estructural de la envolvente se propone una estructura liviana de acero que soportaría panelería liviana permeable y traslúcida

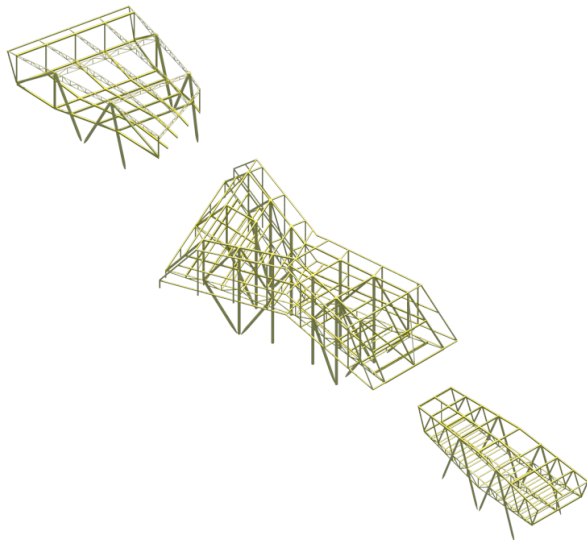


Fig 94 La estructuras de acero que conforman los volúmenes internos poseen completa autonomía tanto entre ellos como con respecto al resto del proyecto por lo que tienen comportamientos estructurales independientes.

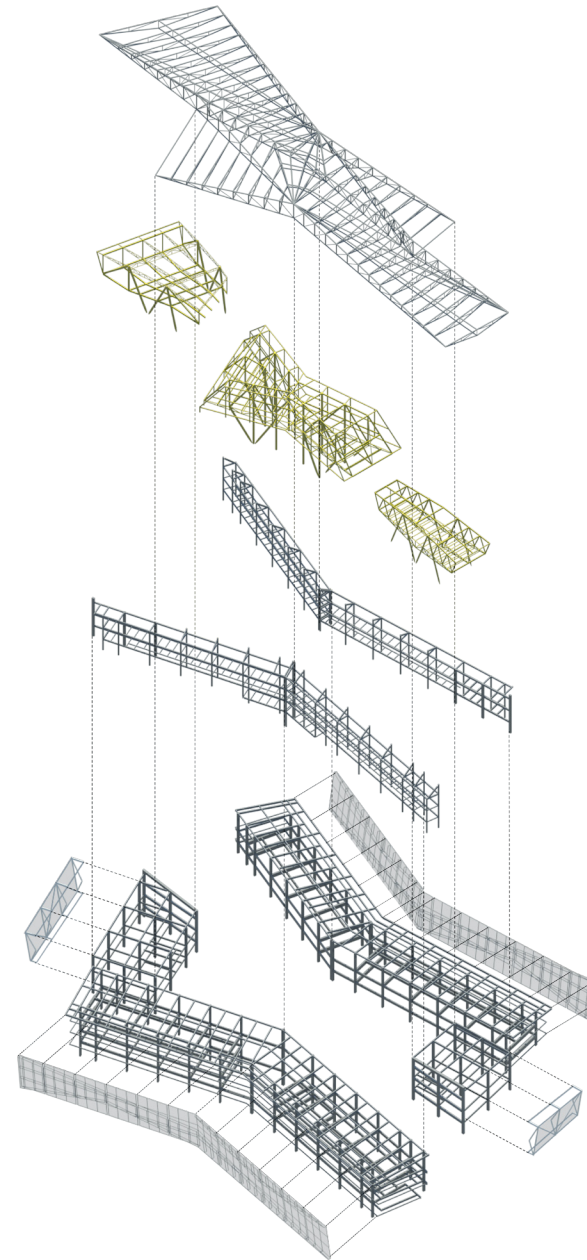
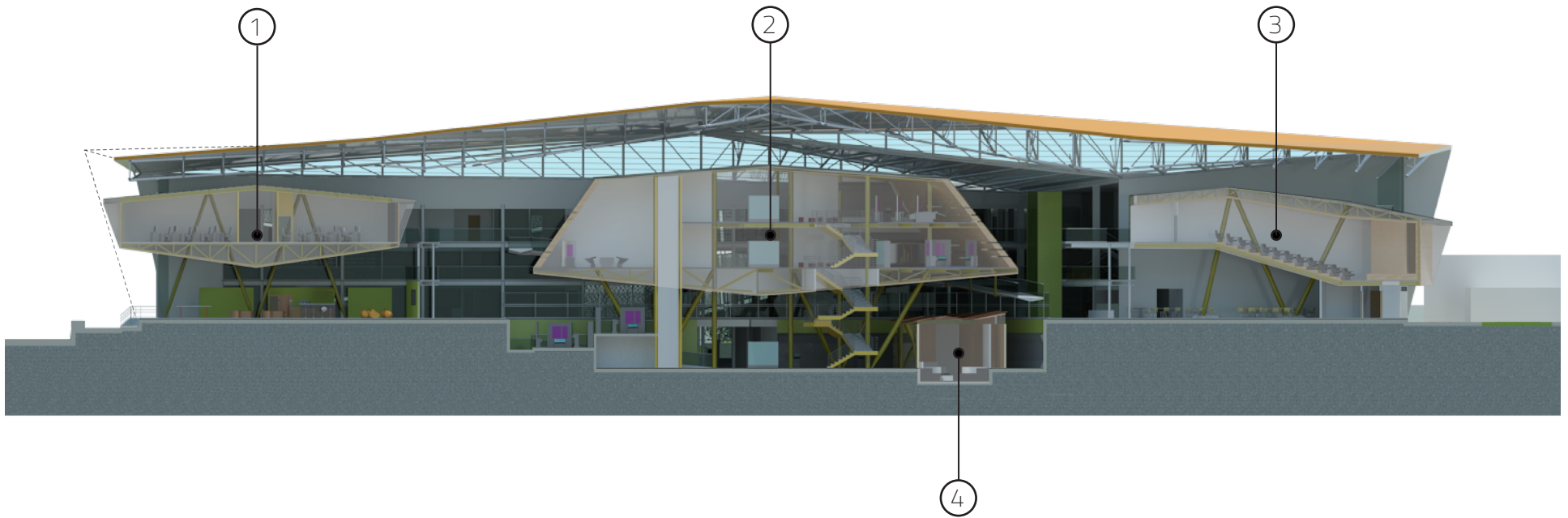


Fig. 95 Conjunto estructural

Cortes



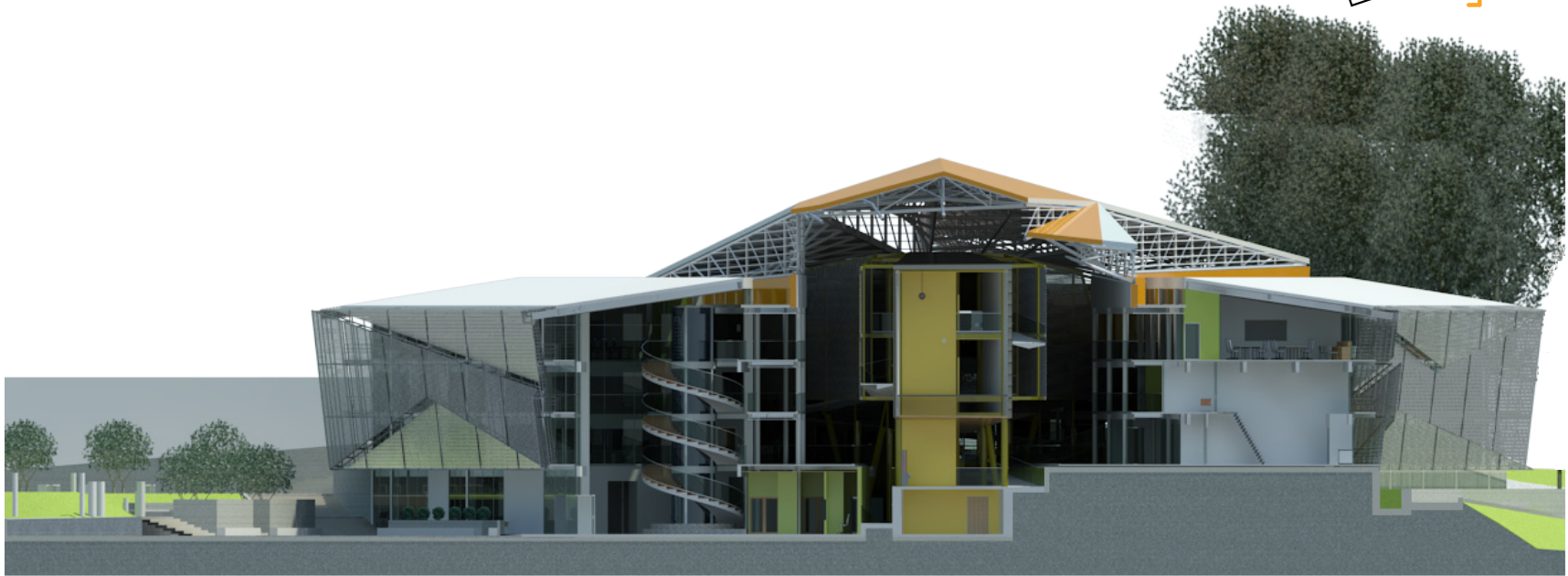
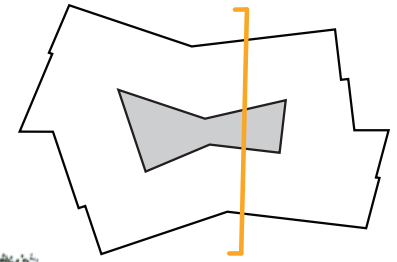
① Aulas multimedia

② Museo

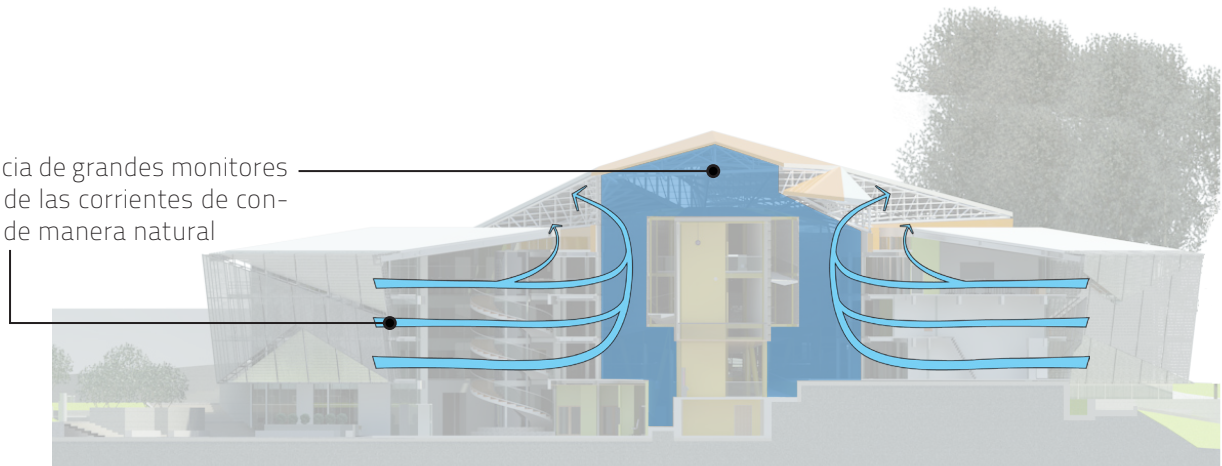
③ Auditorio

④ Salón de exposiciones

Corte Transversal



El gran vacío central combinado a la presencia de grandes monitores sobre el atrio principal permiten hacer uso de las corrientes de convección para mantener ventilado el edificio de manera natural



Sistema de fachada doble

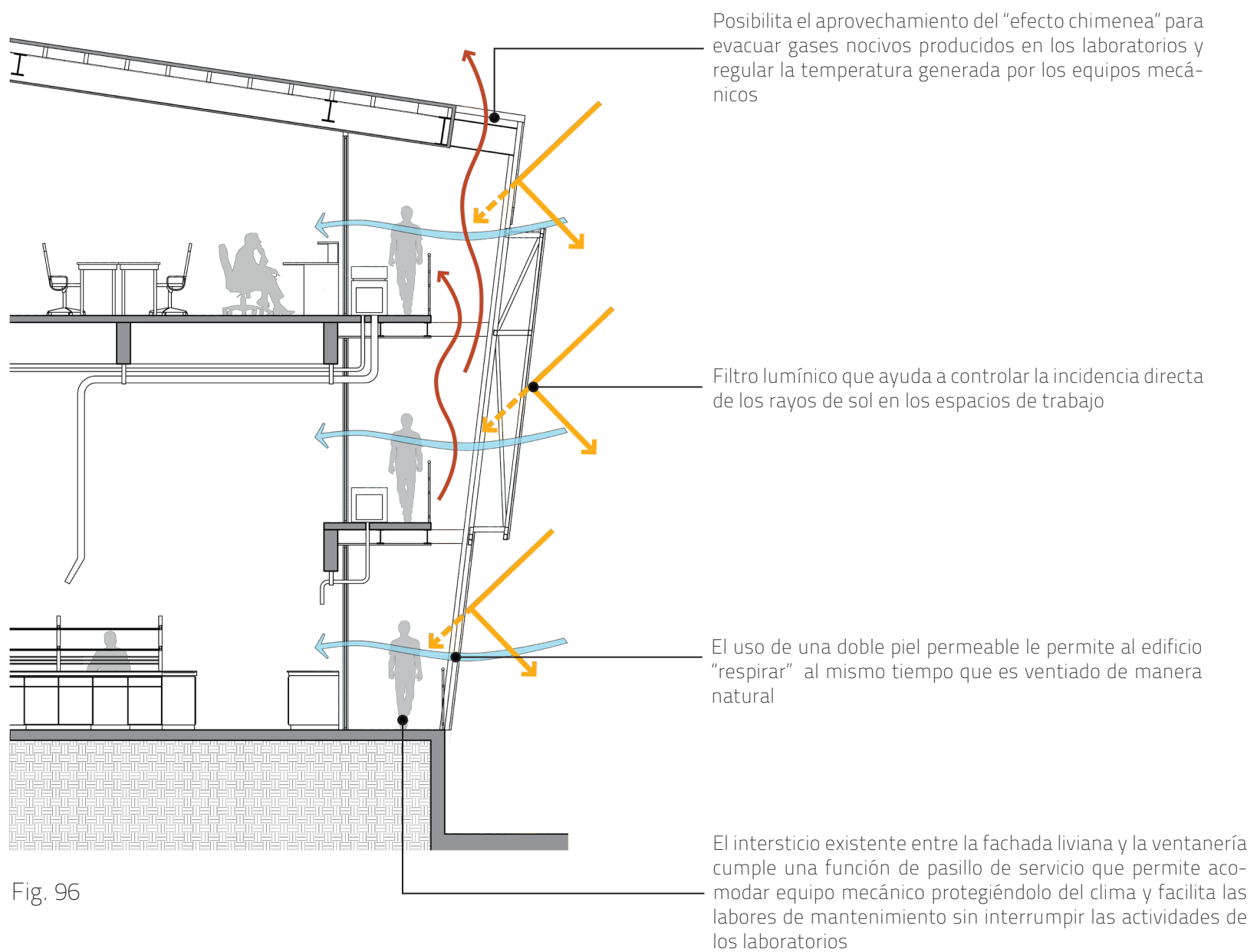
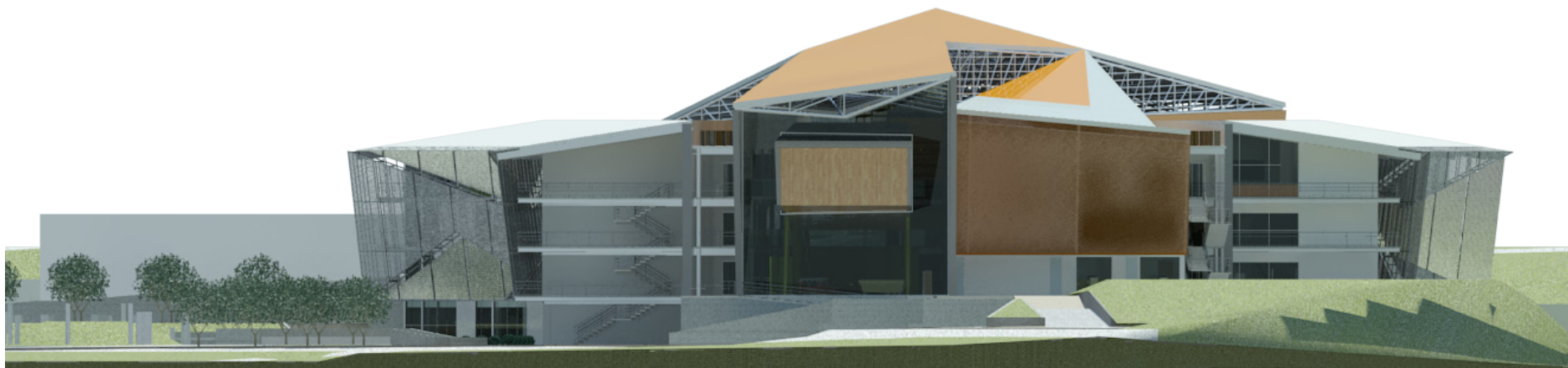
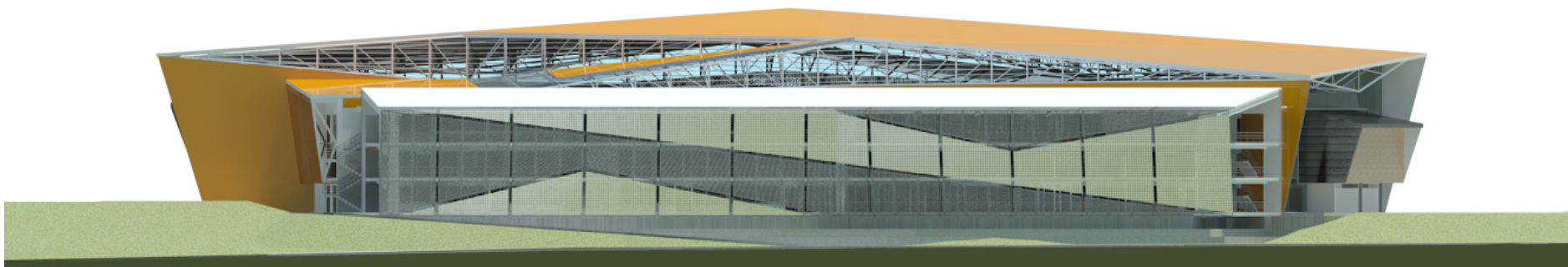


Fig. 96

Elevaciones



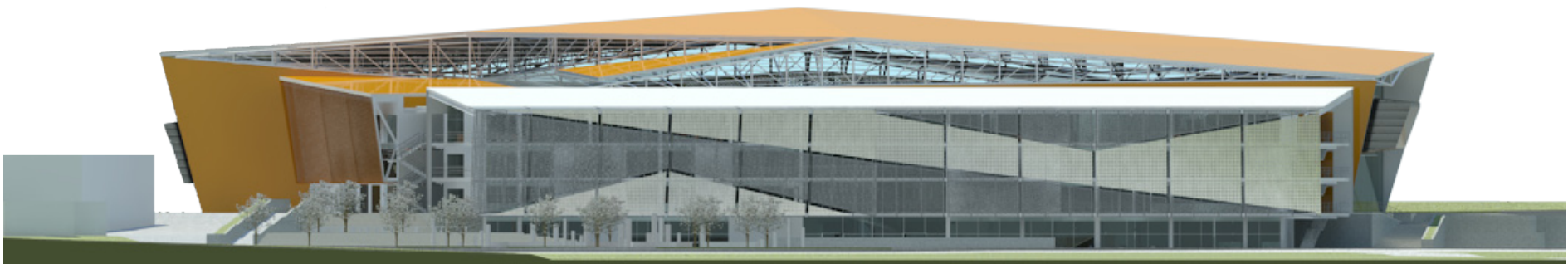
ELEVACIÓN ESTE



ELEVACIÓN NORTE



ELEVACIÓN OESTE



ELEVACIÓN SUR

Capítulo 4

Conclusiones

-El concepto de investigación entre grupos disciplinares distintos compartiendo un mismo espacio recibe opiniones divididas entre profesionales de distintas ramas dentro del TEC. Si bien muchos consideran necesario el fortalecer programas de trabajo investigativo conjunto dentro de la universidad otros demuestran poco o nulo interés en embarcarse en este tipo de labor dada la renuencia a modificar sus entornos y métodos de trabajo.

-Ciertamente la arquitectura es un facilitador de actividades y comportamientos, sin embargo, la principal responsabilidad del cambio, de la consolidación de programas de investigación interdisciplinar, y de su impulso en la comunidad académica universitaria la tienen los entes directivos y administrativos de cada escuela.

-La creación de nuevos espacios de investigación adaptables a cualquier tipo de investigación y su asignación condicionada a un uso estrictamente compartido constituyen un incentivo al desarrollo de nuevas investigaciones interdisciplinares y una estrategia para provocar la convergencia social de grupos investigativos provenientes de distintas escuelas.

-Utilizando la estructura del museo como moderadora del proceso de interacción entre la comunidad científica y la sociedad es posible derribar barreras físicas y comunicacionales y hacer partícipe al público del trabajo realizado dentro del laboratorio sin comprometer la seguridad e integridad del mismo.

-La configuración morfológica base empleada en la propuesta de diseño del presente proyecto (la metáfora de la célula donde el núcleo se encarga de la transcripción y transmisión de la información contenida a su alrededor) permite ser reproducida en distintos contextos y locaciones indistintamente de las variables existentes, esto ya que la misma responde a patrones de relación universales entre entornos de investigación y divulgación más que a variables específicas de sitio.

-Consolidar una universidad costarricense dirigida por un enfoque de investigación transdisciplinar es un objetivo difícil que no será alcanzado sino en un largo plazo. La arquitectura tiene una responsabilidad de colaborar en esta empresa proponiendo nuevas configuraciones del entorno de investigación que estén dirigidas a la integración, facilitando el encuentro de grupos heterogéneos y el desarrollo de ideas interseccionales.

Índice de Figuras

Fig. 1:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 2:

Collage realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 3:

Tomado de <http://www.anewgreenitude.info/Power.html>

Fig. 4:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 5:

Tomado de <http://www.ausradesigns.com/interior-design-masters-thesis/fragmentation-of-knowledge/>

Fig. 6:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 7:

Tomado de <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0004803>

Fig. 8:

Collage realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 9:

Tomado de http://corkskeptics.org/2011/02/09/trust-me-im-a-scientist-18_02_11/

Fig. 10:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 11:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 12:

Tomado de <http://danielpalacios.info/es/waves>

Fig. 13:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 14:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 15:

Tomado de <http://www.sciencecartoonsplus.com/gallery/chemistry/index.php>

Fig. 16:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 17:

Collage realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 18:

Tomado de <http://www.tec.cr/sitios/Vicerrectoria/vie/investigacion/spiderbot/PublishingImages/principal.jpg>

Fig. 19:

Collage realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 20:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 21:

Tomado de <http://mecatronicaintro.blogspot.com/2009/06/la-mecatronica.html>

Fig. 22:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 23:

Tomado de http://www.versvs.net/archivos/articulos/20061117_ENE-KOpensamiento.jpg

Fig. 24:

Collage realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 25:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 26:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 27:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 28:

Tomado de <http://www.wishfulthinking.co.uk/wp-content/specialgeneral.jpg>

Fig. 29:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 30:

Tomado de http://www.perkinswill.com/sites/default/files/project-imagery/Clark_main2.jpg

Fig. 31:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 32:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 33:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 34:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 35:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 36:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 37:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 38:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 39:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 40:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 41:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 42:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 43:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 44:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 45:

Tomado de <http://www.brightsideofnews.com/print/2012/4/5/nano-nano-beyond-mork-and-mindy-into-inspirational-education.aspx>

Fig. 46:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 47:

Collage realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 48:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 49:

Tomado de <http://www.digitalnewsagency.com/stories/3541-attenborough-studio>

Fig. 50:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 51:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 52:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 53:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 54:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 55:

Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 56:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 57:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 58:

Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 59:

Tomado del *Plan de infraestructura 2009-2011* para el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC)

Fig. 60:

Mapa realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 61:

Mapa realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 62:

Mapa realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 63:

Mapa realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 64:

Mapa realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 65:

Mapa realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 66:

Mapa realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 67:

Fotografía tomada por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 68:

Fotografía tomada por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 69:
Fotografía tomada por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 70:
Fotografía tomada por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 71:
Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 72:
Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 73:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 74:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 75:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 76:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 77:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 78:
Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 79:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 80:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 81:
Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 82:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 83:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 84:
Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 85:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 86:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 87:
Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 88:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 89:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 90:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 91:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 92:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 93:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 94:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 95:
Montaje realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Fig. 96:
Diagrama realizado por Giancarlo Muñoz Ramírez

Tablas

Tabla 1:
Realizada por Giancarlo Muñoz Ramírez

Tabla 2:
Realizada por Giancarlo Muñoz Ramírez

Tabla 3:
Realizada por Giancarlo Muñoz Ramírez

Tabla 4:
Realizada por Giancarlo Muñoz Ramírez

Bibliografía

- Acosta, M (2006). El aprendizaje visto como un proceso de interacción social. La perspectiva Vygotskiana vista desde la complejidad. *Revista ciencias de la educación, Vol 1, No 27*, 123-134. Venezuela: Universidad de Carabobo.
- Aznavorian, A. (2011). La Interdisciplina y la necesidad de integrar el conocimiento. *Ludus Vitalis, Vol 19, No. 35*, 173-176
- Bohm, D. (1998). *Sobre el diálogo*. Barcelona: Editorial Kairós.
- Carrizo, L. (2004, setiembre). *Producción De Conocimiento Y Ciudadanía Retos Y Desafíos De La Universidad Transdisciplinaria*. Ponencia presentada en el Seminario Internacional "Diálogo sobre la Interdisciplina". Guadalajara, México.
- Centro Internacional de Investigación y Estudios Transdisciplinares (CIRET)-Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Cultura (UNESCO) (1997, mayo). *Declaración de Locarno*. Declaración presentada en el Congreso Internacional: Qué Universidad para el mañana? Hacia una evolución Transdisciplinar de la Universidad. Locarno, Suiza.
- Chittenden, D., Farmelo, G., Lewenstein, B. V. (2004). *Creating Connections, Museums and the Public Understanding of Current Research*. Lanham, MD: Altamira Press.
- Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE) (2007). *Ciencia y Sociedad*. 129-141. Madrid: Autor
- Costa Rica, Benemérito cuerpo de bomberos (2010, 29 de junio). Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios. *La Gaceta, No. 125*.
- Costa Rica, Ministerio de Salud (1993, 27 de abril). Reglamento sobre escaleras de emergencia. *La Gaceta, No. 79*.
- deFreitas, L. et al. (1994, noviembre) *Carta de la Transdisciplinarietà*. Preámbulo presentado en el Primer Congreso Mundial de la Transdisciplinarietà realizado en el Convento de Arrábida, Setúbal, Portugal
- Galán Rodríguez, C. (2003). La ciencia en zapatillas: Análisis del discurso de divulgación científica. *Anuario de Estudios Filológicos*, 26, 137-156. España: Universidad de Extremadura.

- Garita, N., Bustos, G. (2006). *Percepción pública de la ciencia y la tecnología en Costa Rica: estudio exploratorio*. Parte del trabajo Un acercamiento al imaginario en torno a la ciencia en Costa Rica. San José: Universidad de Costa Rica
- González, J. (2008). Reflexiones iniciales sobre la concepción del diseño y desarrollo curricular en un mundo contemporáneo y complejo. *Revista Integra Educativa*. Vol. 1 No. 2. La Paz: Plural.
- Griffin, B. (2005). *Laboratory Design Guide* (3ra ed). Burlington: Architectural Press.
- Herreman, Y. (1989). Nuevo lienzos para nuevos creadores : corrientes contemporáneas en la arquitectura de museos. *Museum*, 41, 196-203
- Holl, S. (2000). *Parallax*. Nueva York: Princeton Architectural Press.
- Johansson, F. (2005). *El Efecto Medici: Percepciones Rompedoras en la Intersección de Ideas, Conceptos y Culturas*. Barcelona: Ediciones Deusto.
- Kuhn, T. (1990). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Cambridge: F.C.E
- Londoño, S. (2003). *Educación superior y complejidad: Apuntes sobre el principio de flexibilización curricular*. En Manual de Iniciación Pedagógica al Pensamiento Complejo. Quito: UNESCO.
- Macaya, G., Cruz, A. (2006). *Visión de la ciencia y la tecnología en Costa Rica : una construcción colectiva* (Proyecto Estrategia Siglo XXI). San José: Fundación Costa Rica Estados Unidos de América para la Cooperación.
- Martínez, M. (1997). *El paradigma emergente. Hacia una nueva teoría de la racionalidad humana*. México: Editorial Trillas.
- Martínez, M. (2003). Transdisciplinariedad y Lógica Dialéctica: Un enfoque para la complejidad del mundo actual. *Conciencia Activa* 21, No. 1, 107-146
- Monge, R., Hewitt, J. (2006). *Los Costarricenses en la Economía Basada en el Conocimiento. Serie Costa Rica digital, n.4*. San José: Comisión Asesora en Alta Tecnología (CAATEC)

Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.

Morin, E. (2000). *La mente bien ordenada*. Barcelona: Seix Barral.

Müller, D.M.V. (2000). *Guía para la elaboración de tesis y consultorio gramatical*. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica.

National Fire Protection Association (2012) *NFPA 101: Código de seguridad humana*. Massachusetts: Autor

Nicolescu, B. (1996). *La Transdisciplinariedad: Manifiesto*. México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morin.

Nowotny, H., Scott, P., Gibbons, M. (2001). *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Cambridge: Polity.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Cultura (UNESCO) (1999, marzo) *Declaración de Santo Domingo*. Declaración presentada en la Conferencia La Ciencia para el siglo XXI: Un nuevo marco para la acción. Santo Domingo, República Dominicana.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Cultura (UNESCO) (1999, junio). *Declaración sobre la ciencia y el uso del conocimiento científico*. Declaración presentada en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso. Budapest, Hungría.

Rodríguez Delgado, R. (1997). *Del Universo al ser humano*. Madrid: McGraw-Hill

Shirky, C. (2008). *Here Comes Everybody: The Power of Organizing Without Organizations*. Nueva York: Penguin Press.

Trejos Benavides, E. et al. (2007). *Plan de infraestructura TEC 2009-2011*. Cartago: Consejo de Rectoría del Instituto Tecnológico de Costa Rica

Tünnermann, C., de Souza, M. (2003). Desafíos de la Universidad en la Sociedad del Conocimiento, Cinco Años Después de la Conferencia Mundial sobre Educación Superior. *UNESCO Forum Occasional Paper Series, No.4/S*

Vygotsy, L.S. (1978). *Mind In Society: The Development of Higher Physiological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Fuentes de Internet

Betancourt, J. (2001). Museo, comunicación y educación. *Museolúdica. Vol. 4. N° 7*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá [En Línea]. Disponible en http://www.cienciayjuego.com/jhome/index.php?option=com_content&view=article&id=278:museo-comunicacion-y-educacion&catid=39:07

Durand, J.C. (1998). *¿Es inevitable la fragmentación de la universidad?* [En Línea]. Disponible en <http://www.revistacriterio.com.ar/sociedad/iquestes-inevitable-la-fragmentacion-de-la-universidad/>

Guzmán, M. (2005). *El fenómeno de la interdisciplinariedad en la ciencia de la información: contexto de aparición y posturas centrales*. [En Línea]. Disponible en http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_3_05/aci05305.htm

Guzmán, M. (2005). *Interdisciplinariedad y disciplinariedad en el marco de las ciencias social*. [En Línea]. Disponible en http://www.wikilearning.com/monografia/el_fenomeno_de_la_interdisciplinariedad_en_la_ciencia_de_la_informacion-interdisciplinariedad_y_disciplinariedad_en_el_marco_de_las_ciencias_social/7756-2

Martínez, M.M. (2007). *Conceptualización de la Transdisciplinariedad*. [En Línea]. Disponible en <http://www.revistapolis.cl/16/marti.htm>

Morales, S.M., Delgado, E.I. (2007) *El constructivismo ¿Paradigma filosófico emergente?*[En Línea]. Disponible en <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/070625122266.html>

Morin, E. (1994). *Sobre la interdisciplinariedad*. Disponible en <http://fbc.binghamton.edu/papers.htm>

Nicolescu, B. (2000) *Transdisciplinarity and Complexity: Levels of Reality as Source of Indeterminacy*. Centre International de Recherches et études transdisciplinaires. [En Línea]. Disponible en <http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/ciret/bulletin/b15/b15c4.htm>

Página Principal del TEC. [En Línea]. Disponible en <http://www.tec.ac.cr/Paginas/Tecnol%C3%B3gico%20de%20Costa%20Rica.aspx>

Quiroga, S. (2001). *Ciencia e incertidumbre. Dilemas de la divulgación científica Latinoamericana*. [En Línea]. Disponible en <http://www2.metodista.br/unesco/PCLA/revista6/artigo%206-2.htm>

Rizo, M. (2006). *Interacción y Comunicación: Exploración teórico conceptual de la Interacción*. [En Línea]. Disponible en http://www.cibersociedad.net/congres2004/grups/fitxacom_publica2.php?grup=51&=es&id=249

Ruíz, A. (2000). *Historia sobre la Universidad en Costa Rica, Entorno Sociopolítico creación y evolución de las universidades*. [En Línea]. Disponible en <http://cimm.ucr.ac.cr/aruz/libros/Educacion%20Superior/Varios/Libro5/Libro%205-3/Capitulos/capl/seccion2.html>

Sarriera, F. (2006). *Los retos de la investigación transdisciplinar*. Disponible en <http://home.coqui.net/hfiguero/trans.pdf>

Wangensteen, O.S. (1999). *Divulgar la ciencia en el Siglo XXI*. [En Línea]. Disponible en <http://www.arrakis.es/~owenwang/articulos/divulgar.htm>

Watch, D., Tolat D. (2010). *Research Laboratory*. [En Línea]. Disponible en http://www.wbdg.org/design/research_lab.php