



UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1970

VIGILADA MINE D U C A C I O N

HERRAMIENTAS BIM PARA EL ANÁLISIS DE
REQUISITOS DE LA NORMA DE RENDIMIENTO
PARA EDIFICACIONES EN BRASIL

Transcripción webinar: “Herramientas BIM para el análisis de requisitos de la norma de rendimiento para edificaciones en Brasil”

Autores:

PhD Andrea Mussi - IMED

Msc. Juliano Lima de Silva - IMED

Msc. Luísa Batista de Oliveira Silva - IMED

Msc. Paola Zardo - IMED

Moderadores

Msc. Emerson Martínez – Universidad de la Costa

Msc. Sandra Vivas – Universidad de la Costa

Transcripción y traducción de portugués para español: Msc. Sandra Vivas – Universidad de la Costa

Fecha de transmisión 01 octubre de 2020

Duración 1:27:20

RESUMEN

En esta conferencia la profesora Andrea Mussi (PhD) junto con algunos integrantes del grupo de Núcleo de Innovación y Tecnología en Arquitectura y Urbanismo, NITAU del IMED, nos expondrán los resultados de su investigación en el desarrollo de herramientas de programación para proyectos, mediante herramientas personalizables centradas en la integración de la información, así como la elaboración de instrumentos destinados a verificación de los requisitos de desempeño en un software BIM.

PALABRAS CLAVE

Tecnologías Digitales; construcción civil; rendimiento de la edificación; modelado de la información; BIM; *Rhinoceros*; *plugins*; *Grasshopper*; *Revit*, *Dynamo*; personalización de herramientas; *machine learning*; fabricación digital; programación de lenguaje gráfico; parámetros; gramática de la forma; lenguaje de programación.

Emerson Martínez:

Buenas tardes a todos muchas gracias por asistir a este webinar internacional que hemos titulado “Herramientas BIM para el análisis de requisitos de la norma de rendimiento para edificaciones en Brasil” sabemos que la temática BIM es importante desde el punto de vista de la construcción sostenible, pero también desde la manera como nosotros empezamos a abordar el proyecto en las diversas etapas desde el diseño, la construcción y finalmente la operación de la edificación, sumado a esto las herramientas BIM también integran todos los aspectos tecnológicos de gestión del proyecto.

Por lo tanto, para este fin hoy nos acompañan desde Brasil personas con una altísima experiencia en lo que tiene que ver la metodología BIM aplicada al diseño de la edificación: la Dra. Andrea Mussi, investigadora en desarrollo tecnológico y extensión innovadora del CnPQ en el área de tecnología social y educación, investigadora en el *hub* de innovación del IMED, doctora en arquitectura con posdoctorado en aprendizaje basado en proyectos de la ESPAU, afiliada a la Universidad de Harvard, profesora e investigadora del programa de Posgrado en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad IMED – Brasil. Es consultora y *co-designer* en planes, proyectos programa colaborativos en educación, salud, accesibilidad e inclusión.

También nos acompañan:

- Juliano Lima de Silva, Ingeniero Civil, Magister en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad IMED y profesor de la Escuela Politécnica de la Universidad IMED
- Luisa Batista de Oliveira Silva, quien es arquitecta y urbanista, Magister en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad IMED
- Paola Zardo, Ingeniera de Caminos, Magister en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad IMED.

Agradecemos de antemano el aporte que cada uno de nuestros invitados especiales ofrecen para abordar esta temática tan importante.

Andrea Mussi:

Muchas Gracias, es un placer estar aquí hoy, voy a iniciar la presentación voy a hablar en portugués y cualquier cosa que ustedes tengan dudas estoy a disposición, Sandra también está aquí para apoyarnos.

Voy a compartir mi pantalla, la idea hoy aquí en este espacio es hablar de las herramientas conectadas a las normas de rendimiento de los edificios, estas herramientas consisten en dos plugin desarrollados por los alumnos/investigadores de la maestría:

- Juliano Lima y Luisa Batista, quienes están aquí hoy y nos van a compartir los *plugins* desarrollados por ellos y aplicados a la norma de sustentabilidad y accesibilidad
- Paola Zardo por su parte nos enseñara su investigación en tecnologías digitales aplicadas al proceso contemporáneo de proyecto, Paola va a hacer el enlace con las nuevas competencias y habilidades necesarias para los proyectistas hoy.

Les comparto aquí una presentación mía, actualmente doy clases en la Universidad IMED donde contamos con un Núcleo de Innovación y Tecnología en Arquitectura y Urbanismo, NITAU.

Paola, Juliano y Luisa hacen parte del equipo de investigadores del NITAU, Un equipo mayor que cuenta con otros docentes de otras áreas de conocimiento como Ciencias de la Computación e Ingeniería, entre otros, entendiendo que el trabajo del NITAU es un trabajo multidisciplinar.

Entonces voy a hacer una contextualización primero para después llegar a las herramientas, voy a hacer una contextualización de las tecnologías digitales, entre ellas voy a colocar aquí también un histórico y antes de comenzar este histórico voy a hablar un poco de la construcción civil, traje unos datos importantes aquí para mostrar la importancia mundial que la construcción tiene y lo importante que es hacer un proyecto tan asertivo como sea posible y con las herramientas adecuadas durante la etapa de proyecto para poder medir el rendimiento de la edificación durante esta etapa y evitar retrabajos, etc.

Así que esta asertividad del proyecto se vuelve muy importante, considerando, por ejemplo, que dos tercios de los países no tiene ninguna regulación dirigida a la eficiencia energética, otra cuestión también importante es que 30% de la energía consumida en todos los sectores de la economía son de la parte civil y 50% es a demanda en términos de electricidad, la construcción civil emite 30% de las emisiones de CO2 del planeta y tiene un crecimiento anual de exigencia por más electricidad de 2,5% al año y crecimiento de emisión de CO2 de 1% al año. Entonces todo esto hace con que nos preocupemos con alternativas, sistemas constructivos, materiales y herramientas que nos ayuden a proyectar de una forma mejor desde la composición formal, las fachadas y volumetría del edificio. Independiente de si tenemos o no regulaciones en nuestros países, para ayudarnos a proyectar mejor hoy en día contamos con herramientas tecnológicas, varios *plugins* y además hoy en día es posible customizar *plugins*, customizar herramientas de acuerdo con la problemática específica de un determinado proyecto, entonces la idea hoy es reflexionar un poco sobre estas cuestiones, en que puntos nos encontramos.

Aquí traemos una línea del tiempo para destacar algunos avances a lo largo de esta línea y en cuales áreas nos encontramos, estuvimos mucho tiempo en el área de representación 2D, ya sea de objetos y de proyecto y después hicimos una transición para el modelado 3D y muchos todavía se encuentran en esta transición o se quedaron en este modelado 3D y no pasaron para la era BIM y mucho menos para las demás, sobre esto es importante conversar con ustedes hoy, inclusive la cuestión del modelado BIM que muchos ven todavía como un modelado de representación tridimensional cuando se trata de un modelado de la información, entonces cual información quieres modelar y cómo vas a recolectar estas informaciones y usarlas a favor de tu proyecto.

Aquí vamos a dar destaque al software *Rhinoceros* que es una de las herramientas con las cuales trabajamos, fue lanzado em 1993 y la extensión/ plugin que se ocupa del *Rhinoceros* es el *Grasshopper*; dirigido para el BIM de la misma empresa tenemos el *Archicad* que es otra alternativa al *Revit* que surgió en 1997 y después su extensión /plugin *Dynamo* que fue lanzado en 2009 posterior al *Grasshopper*, entonces los 03 plugins que vamos a mostrar al final son programados dentro del *Dynamo*, puesto que entendimos que este último era una alternativa para aproximarse más del proyecto arquitectónico en la práctica y como se trata de un modelado de informaciones que no lidiaba mucho con la forma y volumetría del edificio entonces elegimos usar esta herramienta. Dentro del NITAU también utilizamos el *Grasshopper* junto al *Rhino*.

Así que estas tendencias están yendo para el *machine learning* y aquí voy a colocar algunas investigaciones que desarrollamos en el NITAU, aquí hay una donde participamos Paola Zardo, Juliano Lima y yo, con un artículo que publicamos en el SIGRADI¹ donde fueron entrevistados alrededor de 30 oficinas de arquitectura, después Paola va a hablar un poco más, pero quería traer a colocación la cuestión de las menciones, de cuanto las personas entrevistadas hablaron de cada una de las tres principales tecnologías digitales que están en el proceso de diseño, entonces aquí involucramos el tema del análisis energético, de la sostenibilidad en el paquete BIM, en la parte de modelado paramétrico entonces también entra más la cuestión de los plugins de rendimiento y simulación y aquí entra más la parte de modelado, ¿Como están haciendo las oficinas a nivel mundial que trabajan con proyectos más digitales? Y todavía tenemos la fabricación digital que es una posibilidad hay en día cada vez más fuerte de unir la parte de concepción del proyecto con la construcción entonces viene de la concepción a la ejecución de la obra, aproximando bastante estos dos mundos.

Aquí doy otro ejemplo también de uno de los proyectos donde ustedes pueden ver que en la realidad todas las herramientas se superponen, en la realidad todas las herramientas son usadas al mismo tiempo, tenemos el *Rhino*, *Revit*, *AutoCAD* y varias herramientas así como equipos de prototipado el *Grasshopper* que comparado con el *Dynamo* es mucho más difundido, en el NITAU también tenemos un artículo publicado donde fue realizada una revisión sistemática de la literatura mostrando que el *Grasshopper* es mucho más difundido que el *Dynamo*.

Tenemos también imágenes que comparan estas dos herramientas de programación de lenguaje gráfico y aquí también otro artículo publicado por el NITAU, está en inglés y lo pueden buscar después y que da una relación de la cuestión BIM con el diseño paramétrico con eficiencia energética, y entonces podemos notar cuales son las herramientas más usadas hoy en día mencionadas en los artículos que fueron seleccionados para la revisión bibliográfica, es un recorte pero permite hacerse una idea de la relación entre los pares BIM/eficiencia energética; diseño paramétrico/eficiencia energética y cuando están los tres juntos (BIM/diseño paramétrico / eficiencia energética) entonces cuales de los software de modelado se están usando más y aquí encontramos el *Revit*, el *Rhinoceros* y aquí en la parte de simulación ya vimos el *Honeybee/Ladybug*², *Diva*³, varios otros

¹ <https://www.sigradi.org/>

² <https://www.ladybug.tools/honeybee.html>

³ <https://www.solemma.com/Diva.html>

softwares de apoyo para la parte de simulación de rendimiento y también para ayudar en las decisiones de proyecto, y en este gráfico tenemos polarizados los dos software, es decir *plugins* más usados y sus extensiones que ya están incrustadas en el propio software madre es decir el *Grasshopper* y el *Dynamo* que se encuentran entre las herramientas más usadas para la parte de programación de lenguaje gráfico, y aquí también se hizo una categorización de los artículos, en cuales áreas están actuando más, desde análisis de ciclo de vida, parte de *retrofit*, parte de optimizaciones, proceso de proyecto, entonces como están distribuidos los artículos a lo largo de estas categorías, entonces se hizo un esfuerzo para incluir incluso la simulación energética y así sucesivamente, toda la parte de materiales, de fachada, de envolvente en la construcción también hay algunos artículos en ese sentido.

Para que ustedes tengan una idea general de la situación entonces voy a hacer una contextualización inicial. En la década de 1960 ya teníamos la cuestión del proyecto asistido por computador, entonces la primera generación en 1963, después con la difusión de los computadores personales fue incentivado el uso de softwares tipo CAD pero todavía con una aplicación de estos softwares como representación y no como proyecto asistido por computador, entonces no como concepción, a pesar de que en su origen se pensó originalmente para esto, para que se pudieran personalizar, inclusive trabajar exactamente la concepción del proyecto y no solamente un cambio de la mesa de dibujo por el computador, sin embargo, se quedó mucho tiempo como representación.

Después hubo un cambio del 2D para el 3D pero solamente la representación gráfica y no enlazando la información y personalización de las herramientas, después en la década de los noventa está en una era de *design computation* donde entra la parte de la gramática de la forma, entra la parte del diseño paramétrico, entran entonces ideas de trabajar algoritmos, cosas recursivas que tienen una regulación y parámetros entonces se trabaja el proyecto de una forma más lógica, ya sea la concepción de la arquitectura como también el proceso de construcción.

Y entonces todo se va uniendo ya que el diseño paramétrico viene desde la década de 1960 y tuvo un refuerzo en la década del 2000, y ahora nos dirigimos a varias eras del BIM, una de las eras es aquella de la programación de lenguaje visual que son los tres plugins que vamos a mostrar hoy y también caminando para las nuevas competencias de los diseñadores, es decir no estar condicionados a softwares rígidos y cerrados que no resuelven los problemas de tu proyecto, y en cambio resolver tú mismo con tu programación personal (personalización del software) y también algo más fuerte viniendo de la fabricación digital y la idea de conseguir producir componentes y elementos constructivos con un formato bastante diferenciado lo que era imposible antes porque no había mano de obra que consiga detallar la complejidad formal que se encuentra en algunos proyectos que se ven en varios lugares.

Entonces aquí coloco algunas informaciones sobre el BIM, pero lo que muchos no hacen aún son los modelos tridimensionales de la información y acaba que los diseñadores solo hacen un 3D de la parte física de la construcción sin datos adjuntos a esta información.

La integración de las disciplinas y como todo está conectado.

Las representaciones 2D más consistentes, ya que no puedes diseñar cualquier cosa en la representación porque tienes que decir que todos los parámetros están allí y los parámetros tienen que funcionar, entonces al final hay una ventaja en estas representaciones 2D más asertivas.

Aquí hablo un poco del *Design Computation*, donde tenemos los profesores *Stiny* y *Knight* del MIT que son precursores de la gramática de la forma y hasta el propio MIT tiene un área de posgrados direccionada para estas nuevas tecnologías.

Entonces esto aquí es el inicio del uso de parámetros de reglas y de trabajar más con procedimientos matemáticos desde la concepción de la forma, trabajar con reglas e implantar las reglas de forma recursiva y continua, entonces hasta la propia gramática de la forma es aplicada para varias cosas, desde entender estilos arquitectónicos de determinados arquitectos e intentar reproducir estos estilos en nuevos proyectos, entonces es una forma de comprender el proyecto y una forma de proyectar también y con esto se abre espacio para

toda el área de computación y programación, para viabilizar formas complejas en este sentido que antes no era muy difundido y todos son procedimientos bastante algorítmicos.

Aquí el precursor del diseño paramétrico en Barcelona el proyecto del pez olímpico, tenemos otros ejemplos de proyectos precursores en este sentido y aquí trabajamos también la cuestión del arquitecto o proyectista en general no trabajar la geometría directamente, pero en realidad como resultado de un algoritmo, entonces el resultado es generado automáticamente a partir de varios escenarios posibles en términos de forma y el proyectista puede escoger cual escenario es más adecuado, es decir se trabaja con un conjunto de instrucciones, es un sistema que en vez de trabajar con un proyecto se trabaja con un sistema y de ese sistema se pueden generar varios proyectos, entonces se vuelve más difícil pensar y proyectar el sistema que proyectar un único proyecto, un sistema exige mucha más dedicación y parámetros que un proyecto único, sin embargo hecho el sistema es posible obtener una generación de diversas formas.

Y aquí vamos para la programación de lenguaje gráfica que trabaja con una programación que no es textual directa, trabaja con bloques siendo más amigable para quien no es del área de programación, lo que incentiva más su uso pues tiene una vista más atractiva que si fuera solo texto, claro que también trabaja con Python y con otro tipo de lenguajes más avanzados, pero es importante hacer este paralelo entre el *Rhinoceros/Grasshopper* y el *Revit/Dynamo* aquí coloque una imagen mostrando la interfaz.

Pero que es lo importante aquí: trabajar la cuestión de la emergencia de esta nueva competencia de la programación y la automatización en la etapa de proyecto también. No esperar el proyecto salir y después resolver lo que se va a hacer allí, entonces está también la cuestión de trabajar con formas más libres, sin esa rigidez geométrica y también trabajar los desafíos de la constructibilidad de todo esto, tanto que ahora es más frecuente ver oficinas especializadas en hacer los elementos constructivos, es decir viabilizar todas las concepciones más difíciles de realizar en el sitio de construcción, hay una complejidad mayor lo que abre camino a lo que vamos hablar enseguida y es la opción de personalizar, no solo personalizar el proyecto y si personalizar las herramientas informáticas necesarias para realizar el proyecto, contra una estandarización.

Entonces aquí entran estas herramientas, diariamente las personas están creando rutinas y alternativas para trabajar conjuntamente estas programaciones en las comunidades abiertas como nos los ilustraron Luiza y Juliano más adelante.

Esto abre camino para no quedarse solamente con herramientas cerradas y al contrario herramientas abiertas de colaboración, de abrir las rutinas y cada uno perfeccionando y mejorando las rutinas específicas de scripts específicos.

Y con esto se exigen cada vez más los conocimientos interdisciplinarios, y también de varios profesionales actuando en conjunto. Una tendencia cada vez más fuerte como muestra la disertación de Paola Zardo que ustedes después pueden consultar.

Existen varias publicaciones del NITAU que tenemos al respecto, inclusive uno de los artículos que publicamos donde hicimos esta comparación, donde se realizó un análisis de las palabras más citadas en comunidades tanto de *Dynamo* como de *Grasshopper*, exactamente para ver, pues existe una predominancia de artículos publicados sobre esta última herramienta, claro esto es un recorte de la parte científica, habría que ver la parte práctica, pero en este sentido y de acuerdo al análisis de palabras claves realizado en las comunidades una de las ventajas del *Dynamo* es ser nativo BIM, a pesar de tener una interface confusa para iniciantes, permite la manipulación de datos existentes y es adecuado para la práctica profesional. Por su lado el *Grasshopper* se habla de robusto, fácil de usar, compacto, independiente de software nativo, la mayoría afirma que es mejor en formas complejas, cuando se va a trabajar con la cuestión de concepción de la forma es mejor que el *Dynamo*, el *Dynamo* es mejor para trabajar con los datos físicos y alfanuméricos amarrados a tu proyecto y no necesariamente al formato del proyecto.

Sobre las interfaces y recursos, un recurso muy interesante del *Dynamo* que tanto Luisa como Juliano utilizaron en sus investigaciones es el uso de bibliotecas o componentes elaborados por otros usuarios o los paquetes de

programación de otros usuarios, entonces importarlos a tu programación, todo esto es una gran ventaja del *Dynamo*, ya está todo incluido.

En el *Grasshopper* también existe, pero hay que escalarlo en los archivos de una forma un poco diferente.

Esta la cuestión del acceso, en el *Dynamo* es posible obtener 3 años de licencia educacional, sin embargo, el costo del software es mayor, entonces una de las limitaciones de varias oficinas de implantar el BIM es la cuestión del costo de los softwares y entrenamiento de los equipos.

En cuanto el *Grasshopper* tiene solo 90 días de licencia sin embargo es un software más barato y accesible.

Finalizando esta introducción para ceder la palabra a los investigadores, expongo algunas cuestiones relativas a la tercera era u cuarta era del BIM entre estas un proyecto realizado en Brasil por la oficina de arquitectura SubDV⁴, una fachada trabajada toda en *Grasshopper*, sin embargo, en su construcción se utilizó baja tecnología, entonces se usó alta tecnología en la concepción del proyecto, pero baja tecnología en su construcción por no tener acceso a brazos robóticos, etc. Entonces fue necesario hacer moldes para la realización de este tipo de fachada, entonces tenemos esta distancia aún entre lo que se consigue operar y lo que realmente se llega a fabricar.

Vemos cada vez más una tendencia hacia una cadena completa de proyecto donde sea posible tener suceso desde la concepción hasta la ejecución.

Aquí tenemos algunos otros ejemplos que también están en la investigación de Paola Zardo de trabajar con oficinas especializadas que intentan llevar el proyecto para el sitio de construcción, donde los elementos constructivos son viabilizados, ejecutados y colocados utilizando herramientas digitales y aquí traigo rápidamente tres formas de fabricación digital, la sustractiva que serían las máquinas CNC, las cortadoras laser, la aditiva, varias impresoras 3d y todos los equipos de tipo formativo que también están dentro de las tecnologías digitales y tiene que ver con las herramientas que tenemos a disposición.

Aquí comenzamos a hablar un poco de los *Early adopters*, ya que nos es todo el mundo que está en este ramo o que va a permanecer en este ramo, pero hablamos de aquellas personas que adoptan estos procesos disruptivos primero y están a la vanguardia de todos los demás, sin embargo son puntuales los ejemplos e nivel mundial de aquellas oficinas que logran implementar estos procesos de forma completa, ya que exige bastante experiencia y tiempo de dedicación para aprender sobre estas nuevas herramientas.

En este ejemplo de la imagen entrevistamos un antiguo director del departamento de investigación del equipo de Frank Ghery (se encuentra en la disertación de Paola Zardo) donde se coloca la cuestión de tener dos equipos en una misma oficina de arquitectura, un equipo que trabaja con la parte de innovación y otro equipo que trabaja con los proyectos rutineros de la oficina y como conectar estos dos mundos.

En este gráfico se muestra lo que va a suceder, muchos van a quedarse en la parte tradicional sin embargo en un cierto punto todavía van a estar dentro del área de innovación y van a ser productivos, pero va a llegar un punto en que la productividad va a declinar porque no consiguen acompañar lo que está sucediendo en las nuevas tecnologías, lo ideal es no quedarse en los extremos, no es para todos hoy en día tener competencias de programación, pero algunos deben contar con esta competencia para dar apoyo a los otros, por ejemplo los *plugins* desarrollados, no necesariamente todo el mundo debe aprender como elaborar un plugin pero ahora que fueron desarrollados algunos que ni siquiera saben programar los pueden utilizar, entonces son profesionales que tienen acceso a la tecnología pero no necesariamente van a ser los desarrolladores de la tecnología, entonces existe esta posibilidad.

⁴ https://www.archdaily.co/co/935002/coblogo-subdv?ad_medium=office_landing&ad_name=article

Uno de los *plugins* elaborados por el equipo de investigación del NITAU (fueron dos *plugins* desarrollados) aquí una de las ventajas es la cuestión de la competencia mencionada antes de resolver el problema, el proceso de proyecto por las amplias funcionalidades de los softwares tradicionales, aumentar la eficiencia de proyecto y evitar retrabajos, ya que muchos van a analizar el rendimiento del proyecto una vez finalizado el diseño y no durante la realización y esto es contraproducente ya que acaba encareciendo el proyecto o aquí en Brasil el problema se resuelve en el sitio de construcción cuando está siendo ejecutado y no se le da la debida atención a construir el proyecto de forma adecuadas.

Aquí destaco las principales competencias de los proyectistas de hoy, además del diseño deben trabajar con gerencia de proyecto y trabajar toda la cuestión de la computación y todo lo que está involucrado en la gestión del gran número de informaciones que hoy en día tenemos en un proyecto, habilidades de programación y trabajar la cuestión de no ser más el proyectista omnipresente y sí y tener una visión más holística del proceso de proyecto y involucrarse en todas las etapas pues compatibilizar todas las informaciones se vuelve una tarea ardua.

Bueno aquí tenemos a Luisa y Juliano quienes después nos van a mostrar dos *plugins* para la parte del confort acústico y para la parte del confort lumínico y lo que se busca en la investigación es verificar el rendimiento en cuanto a los requisitos del reglamento de rendimiento lanzado en 2013 en Brasil, es decir para optimizar la toma de decisiones exactamente al inicio del proyecto. (dando la posibilidad de cambiar sistema constructivo, material, etc.)

En este sentido también existe un artículo de Juliano, publicado en inglés, donde se hace una revisión sistemática de varios *plugins* existentes y donde fue señalado que existe una brecha en la actuación de los *plugins* en cuanto a rendimiento acústico y lumínico y es por esto por lo que Juliano tomo esta laguna para desarrollar un plugin.

El objetivo en sí no era la norma de rendimiento, cuanto tomar esta norma como referencia para elaborar una herramienta que facilitará el trabajo de otros proyectistas, la herramienta trabaja la cuestión de comprobar el rendimiento o definir si el rendimiento es mínimo, intermediario o superior, entonces Juliano logró modelar la herramienta para entender si el proyecto atiende o no atiende a la norma y de qué forma, es decir verificar el rendimiento en fase de diseño desde el punto de vista de los usuarios, es decir verificar la parte de aislamiento acústico al interior de los edificios de vivienda, si el sistema constructivo es adecuado, si el diseño atiende a los parámetros de la norma Brasileira.

Esto está siendo muy usado en Brasil para vender los apartamentos pues los usuarios tienen acceso a datos comprobando el rendimiento.

Juliano también encontró en su investigación que 19 a 30% de los requisitos de la norma son automatizables, es decir son repetitivos, tienen claridad en sus datos, entonces son factibles de transformación en plugin pues no es posible hacerlo en todos los requisitos de la norma, pues existen muchos datos subjetivos que no son factibles de modelado y programación pero en los datos objetivos por qué no utilizar *plugins* para verificar si las edificaciones atienden a los requisitos de rendimiento y reservar la mente para cosas más importantes en el proceso de proyecto.

Sobre el proceso de proyecto contemporáneo nos va a hablar Paola, comparando los procesos lineares para procesos holísticos y entrelazados, donde las etapas de diseño van y vuelven y no tienen esa linealidad de pasar de una etapa a otras.

Aquí finalizo con algunos ejemplos de las cosas que hemos venido desarrollando, y que tiene mucho que ver con las nuevas competencias que es la parte de *co-diseño* trabajar con proyectos colaborativos, cada vez más vamos a tener que unir esfuerzos entre diversos profesionales y trabajar de forma colaborativa con el usuario del proyecto, aquí entramos en el camino de la investigación de Luisa, quien nos va a mostrar el plugin desarrollado con *co-diseño*, Luisa desarrollo un *plugin* de piso táctil de alerta para ser implantado al frente de

las puertas, fue el inicio de la herramienta que tiene muchas otras posibilidades, entonces Luisa tomó elementos de las personas con deficiencia visual, elementos de la parte teórica y de la normativa tanto en Brasil como los Estados Unidos.

Entonces no fue solamente mirar la norma traducir esta última para un plugin, sino también observar como las personas, los usuarios directos realmente necesitarían de estos elementos, colores, tamaños que a veces la normativa no especifica, entonces la cooperación de las personas ayudo mucho a modelar el plugin y programarlo.

Usamos así mismo mucha tecnología como medio de comunicación para proyectos colaborativos, aquí tenemos plantas táctiles, maquetas táctiles, aquí también tenemos una placa hecha automatización a partir de Arduino y la parte de la cortadora a laser e impresora 3d que va a trabajar también en ambientes internos para anteceder el *layout* de estos ambientes para personas con deficiencia visual, aquí hemos aplicado el co-diseño y las tecnologías para el patrimonio histórico entonces aquí fue hecho todo un proceso de gramática de la forma y confección de detalles constructivos que hoy en día son tallados a mano, como es que podemos trabajar esto en nuestra región de Passo-Fundo en Rio Grande do Sul, y aquí otros ejemplos que trabajamos en sala de aula, modelando, aquí sería el *Home-Toy design* un proyecto de casa para mascotas, mobiliario infantil, aquí hay un deslizador etc.

Durante la fase de graduación los alumnos y equipo docente también trabaja para introducir estas tecnologías y permitir a los estudiantes construir sus propias herramientas, aquí algunos ejemplos de cómo se desarrollan.

Entonces antes de dar la palabra a Luisa, voy a pasar la palabra para Juliano. Agradeciendo a todos.

Voy a dejar de compartir pantalla, y después podemos hacer un debate pues estos temas no se agotan aquí.

Juliano Lima de Silva

Muy bien voy a compartir mi pantalla.

Entonces antes que nada agradecer por la invitación a participar de este webinar para hablar un poco de mi investigación y de los trabajos que vengo desarrollando.

Soy profesor de la Universidad IMED y desarrolle algunos *plugins* permítanme mostrarlos, la idea fue organizar algunos puntos de la Norma de Rendimiento entonces analizando allí los varios requisitos de la norma algunos de estos programables, entonces una forma de transformar el Revit, que es uno de los software BIM utilizados para documentación, para generar modelos, transformar el Revit en una herramienta de análisis de simulación de rendimiento, entonces para desarrollar los *plugins* fueron escogidos 2 tópicos en específico:

- Rendimiento acústico
- Rendimiento Lumínico

Entonces para rendimiento acústico la idea sería transformar el Revit en una herramienta de análisis de cerramientos verticales, colocar algunos parámetros de rendimiento acústico en las paredes para realizar algunos cálculos y dar una retroalimentación en forma de informes o de imágenes que faciliten visualizar si este sistema constructivo de pared es adecuado con relación al costo y al rendimiento acústico.

Y el rendimiento lumínico, la idea era determinar la iluminancia al interior de los ambientes con respecto a la norma y verificar la posición de las ventanas o áreas de aperturas, entonces voy a mostrar aquí rápidamente los resultados.

Inicialmente fueron realizados algunos flujogramas, juntando los requisitos de la norma de rendimiento, identificando algunas cosas que no eran tan fáciles de simular y el potencial que Revit tiene como herramienta de organización de datos, como es que conseguimos utilizar Revit para manipular esta información y a partir de

esto generar algunas alternativas con programación, usando *Dynamo*, usando el lenguaje Python también, es decir programación visual y programación textual combinadas en algunos puntos.

Y aquí la idea central de los *plugins* es la siguiente, el usuario va allí y coloca algunas informaciones de modelado, entonces elige los sistemas constructivos conforme va modelando normalmente en Revit y allí dentro del *Dynamo* son realizados algunos cálculos que van a jalar informaciones, van a pegar informaciones agregadas de la norma, comparar tablas van a ser utilizados algunos paquetes y el usuario tiene como output estimativas de rendimiento, entonces algunas herramientas que el usuario va a utilizar para auxiliar en su proceso de proyecto, algo que sería realizado solo en un segundo momento una vez finalizado el diseño, puede ser realizado al inicio con estas informaciones.

Bien entonces aquí es como estos *plugins* quedan en Revit, ellos aparecen como estos botones en la barra de herramientas /interface del Revit, entonces hicimos estos dos caminos, la idea es hacer algunos más en el futuro, ahora algunos alumnos de ingeniería están desarrollando plugin de térmico y otros más, entonces talvez en el futuro tendremos más *plugins* a ser desarrollados.

Los *plugins* están localizados en una pestaña de la barra de herramientas, llamada desempeño, y en esta pestaña están las funcionalidades que el usuario puede ver directamente. Voy a presentar rápidamente las principales funcionalidades, entonces para el desempeño acústico fue creada una biblioteca de materiales, los más comunes para la construcción, esta biblioteca puede ser expandida con las familias propias de Revit, y allí dentro de cada elemento es registrado el índice de reducción sonora que es ese coeficiente RW, que necesita ser calculado y verificado, ese coeficiente involucra los materiales que componen cada pared

También tenemos los marcos de aluminio que van a tener su valor RW, índice de reducción sonora, para aquellas aperturas y la idea sería la siguiente, para un edificio o obra específica, estos parámetros son inscritos dentro de los elementos y a partir de estos elementos son realizados algunos cálculos, entonces voy a mostrar aquí rápidamente, el cálculo realizado, es este aquí; Índice de Reducción Sonora equivalente o índice ponderado, esto aquí fue realizado en *Dynamo*, una rutina para realizar ese cálculo facilitar un poco o transponer esa información que está en Revit, pero no está en ningún lugar específico, entonces fue creado un parámetro para desarrollar ese cálculo, y a partir de ese parámetro, el usuario ya va a tener opciones, como mudar el sistema constructivo y analizar si es necesario aumentar el espesor de la pared, o cambiar los marcos de las ventanas, entonces el Revit se vuelve una herramienta no solo de documentación, sino también de análisis, de simulación de desempeño acústico e las juntas.

Entonces aquí tengo un ejemplo de cómo fue realizada una rutina en *Dynamo*, bien extensa, para manipular estos datos, capturar estas informaciones. Informaciones de área de apertura de ventanas, entonces fue realizada una programación específicamente para esto, algunas soluciones personalizadas dirigidas para esta parte.

Y en la secuencia aquí tengo por ejemplo una planta baja donde fueron calculados los índices de reducción sonora de algunas composiciones, entonces tengo varios tipos de pared que coloque, pared de cartón-yeso, pared de concreto, etcétera, calculando sus valores y después usando un código de colores, un sistema de filtros de colores, que el usuario puede colocar allí el índice de reducción sonora el valor medio que desea alcanzar, por ejemplo 35 decibeles y allí con la programación que hice se va a conseguir un output, una planta indicando con diferentes colores las paredes en la vista de planta baja o vista 3d, eventualmente.

Entonces el usuario va a poder identificar cuales puntos debe mejorar o puede cambiar las paredes o cambiar las aperturas, utilizar el Revit como una forma de intercambiar esas informaciones en el modelo.

Más adelante tenemos el desempeño lumínico, aquí la idea inicial era analizar la iluminancia en ciertos puntos dentro de un ambiente, entonces nosotros creamos inicialmente un ambiente con una apertura, una dimensión controlada y utilizando informaciones de la posición del sol, otros parámetros que pueden ser extraídos de herramientas de Revit y de otros *plugins*, otros paquetes, de herramientas como *Ladybug* o *Honeybee*, que voy a mostrar dentro de poco y la idea era que de acuerdo al posicionamiento solar era calculado cual nivel de

iluminancia que tiene dentro del ambiente, esto era medido en Lux y a partir de esto una escala de colores también era colocada.

Entonces la idea inicial fue crear una interface como está aquí de la imagen, donde pueden ser colocadas las informaciones sobre la fecha, puede seleccionar un archivo de informaciones climáticas y PW de determinada ciudad y colocar un determinado periodo para realizar el análisis, después es creado un *grid*, una malla de elementos de Revit y a partir de esta malla aquí es realizado un cálculo, sin embargo fue necesario realizar este cálculo en conjunto con otras herramientas desarrolladas por otros usuarios, para crear una escala de colores, entonces aquí el sol esta iluminando en este sentido, acabó representando los elementos de esta forma.

Fue necesario usar algunos otros plugins, principalmente *Ladybug* y *Honeybee* que son estas otras herramientas, son paquetes del Dynamo y también están disponibles para el Grasshopper, y también fue realizada una integración con Energy Plus que es uno de los software más conocidos y utilizados para esta área de análisis energética, entonces en la forma de archivo PW par poder soportar este tipo de archivo y el motor del plugin rueda en el software *Radiance* que es un software también direccionado para esto, entonces la idea fue utilizar un motor o “*engine*” del *Radiance* para realizar el cálculo de las iluminancias y plotear esos valores allá en el Dynamo utilizando estas geometrías, este *grid* de elementos de colores.

Aquí haciendo algunos testeos antes de lanzar el plugin realmente, fue analizado el mismo ambiente con aperturas diferentes, una ventana mas alta o más baja, o tres aperturas diferentes y después fue realizado un análisis de luminancias para el mismo horario para verificar entre estas ventanas cual tendrían un desempeño interesante.

Entonces aquí tenemos como resultado que el comportamiento cambia de acuerdo con el día que es analizado y al horario, entonces en este caso fue observado por la mañana y por la tarde, entonces aquí están lo cuatro ambientes y podemos plotear la iluminancia dentro de cada uno de los ambientes, usando las herramientas, entonces permite que el proyectista tenga algunas ideas de como va a funcionar este ambiente antes ismo de hacer una simulación posterior, utilizando el propio Revit como una herramienta para esto.

Y aquí un análisis hecho en una planta baja con las apertura de las ventanas aquí en la cocina, el cuarto y la sala y así sucesivamente, algunos ambientes se consideran cerrados como por ejemplo esta circulación, y en seguida se pone a funcionar el plugin en dos horarios diferentes, dando como resultado un *grid* a colores conforme la posición del sol en determinadas horas del día, se va a tener más iluminancia y en otras menos iluminancia y aquí la idea seria hacer lo siguiente: comparar esta escala de colores que fue ploteada aquí con una escala de desempeño que el usuario puede colocar, atendiendo a un desempeño superior, intermediario o mínimo usando una escala de colores personalizada, realizando este calculo a partir de la iluminancia, de la cantidad de lux que se tiene disponible y a partir de esto el usuario logra manipular el proyecto, cambiar las aperturas, colocar ventanas mayores o menores y eventualmente cambiar la posición de los ambientes utilizando el propio Revit y ya teniendo una idea de como va a ser el comportamiento, el desempeño lumínico de esos ambientes. Estas serian mis dos trabajos, hay otras frentes de investigación que se están realizando futuramente y que probablemente vamos a traer mas novedades para poder compartir también.

Andrea Mussi:

Excelente Juliano, entonces Juliano dejó la pista para que mas plugins sean desarrollados y hasta uno de mis estudiantes de maestría va a trabajar posiblemente con la parte de layout interior de los espacios adecuados para la movilidad de las personas con discapacidad.

Ahora Luisa va a comentar un poco sobre el plugin que ella desarrolló que es direccionado para la parte normativa de accesibilidad, Luisa voy a volver a compartir mi pantalla si prefieres, hay algunas diapositivas aquí para ilustrar tu exposición.

Luisa Batista de Oliveira Silva:

Entonces antes que nada agradezco la invitación. Voy a hablar un poco sobre mi trabajo titulado “Proyecto arquitectónico inclusivo: orientación espacial por piso táctil y uso de tecnologías digitales como cualificación del proceso de proyecto en arquitectura.

El trabajo concierne sobre la dificultad de ecualización entre la necesidad de las personas con discapacidad visual y los parámetros contenidos en la normas técnicas que son reproducidas por los arquitectos en los proyectos de investigación y desarrollo.

Entonces la investigación tuvo como sujetos principales las personas con discapacidad visual y el proyectista con sus herramientas de proyecto y las normas que contienen estos parámetros de referencia, que son incluidas en los relativos proyectos.

Entonces de esta forma se buscó una ecualización entre los diferentes actores involucrados con la finalidad de introducir las preferencias de las personas con discapacidad visual en el proceso de proyecto, de forma que a partir de sus experiencias fuera posible extraer los parámetros más asertivos para ser introducidos en un lenguaje de programación, este lenguaje de programación entonces fue escogida a VPL⁵ como lo menciono la profesora Andrea mencionó.

Entonces a partir de las metodologías de co-diseño como *focus group*, paseos acompañados, workshops, entrevistas e incluso conversaciones informales con los participantes, se fueron testeando y evaluando las diversas formas como estas personas entendían el espacio y cuáles eran los parámetros que ellos usaban como guía.

A partir de esto fueron definidos parámetros como ancho, alto, material de piso, color, en fin, todas las características que ya figuran en la norma y que fueron elaboradas las funciones principales que el plugin debería contener, entonces a partir de esto fue definida una estrategia de programación, fue utilizado un software Dynamo, como software VPL y el software BIM Revit.

Es importante decir que además de las normas brasileñas de accesibilidad también se buscaron referencias internacionales, por ejemplo, una investigación en Estados Unidos, puesto que es un país donde se cuestiona mucho el uso del piso táctil en diversas investigaciones científicas, evaluando como las personas con discapacidad visual utilizan esta señalización, también es un país donde casi no se utiliza el piso táctil y el piso táctil direccional nunca fue incluido en las normativas de este país.

Hablando un poco también sobre la capacidad de programar, tuve auxilio por medio de las comunidades colaborativas virtuales, y el propio Juliano Lima, quien me ayudo bastante. En estos ambientes virtuales de

⁵ NdT: VPL es un lenguaje de flujo de datos, lo que significa que crear programas dibujando diagramas en la pantalla. En tiempo de ejecución, los mensajes fluyen desde un bloque a otro en el diagrama y este flujo de datos eficaz es la ruta de acceso de ejecución del programa.

Fuente: <https://docs.microsoft.com/es-es/archive/msdn-magazine/2010/february/writing-and-testing-vpl-services-for-serial-communication#:~:text=VPL%20es%20un%20lenguaje%20de,acceso%20de%20ejecuci%C3%B3n%20del%20programa.>

colaboración existen miembros con diversas habilidades, ejemplo de esto fue la ayuda que recibí en la investigación por el ingeniero civil Anderson Reyes Ortiz que trabaja como coordinador BIM del departamento virtual de una empresa de Costa Rica, quien es un profesional certificado por Autodesk en metodología BIM. La facilidad de buscar ayuda en estas comunidades me sorprendió ya que yo no sabía que había personas tan calificadas y dispuestas a ayudar.

Entonces mi investigación buscó por medio de la comprensión de estos procesos de orientación en el espacio de personas con deficiencia visual, encontrar parámetros más asertivos y desarrollar de hecho, un artefacto que correspondiera a los parámetros.

Con este trabajo se demostró la capacidad de un software BIM en la personalización de herramientas, no solo para buscar soluciones dirigidas a cuestiones cuantitativas como Juliano Lima expuso en el caso de las soluciones acústicas y lumínicas mencionadas, también se utiliza para proponer soluciones a problemas cualitativos como la relación del ser humano/ambiente.

Entonces al final el plugin quedó incorporado en Revit, se comporta simultáneamente de acuerdo con como el proyectista va alterando las informaciones en el modelo de Revit, entonces esta cualificación en la forma de proyectar, además de disminuir las actividades repetitivas que el proyectista necesita realizar al momento de insertar el piso táctil en el proyecto, también logra atribuir informaciones recopiladas directamente con el propio usuario.

En las diapositivas que la profesora Andrea compartió, es posible ver un poco de la programación y funciones del plugin, parámetros, tipos de metodologías de co-diseño utilizadas y quedó bien interesante para quien lea el estudio, logra entender el paso a paso para construir la rutina.

Entonces es posible que una persona sin muchos conocimientos de programación logré con un poco de dedicación y la ayuda adecuada, construir sus propias herramientas.

Una red colaborativa que tiene la capacidad de permitir que el arquitecto resuelva sus propios problemas o cree soluciones para otros problemas de otros profesionales.

Eso es todo, voy a pasar la palabra para Paola Zardo. Muchas Gracias.

Paola Zardo:

¿Puedo comenzar? Entonces agradezco la invitación para participar aquí. Estoy feliz con la invitación y con estar contribuyendo para este asunto que es tan interesante.

Aquí hay unas diapositivas que la profesora Mussi coloco con los resultados de mi investigación de tesis. Básicamente comenzamos identificando esas empresas que son consideradas “*Early Adopters*” de las tecnologías digitales, es decir los primeros en adoptar y en función de esto ya que existe un cierto tiempo en que la tecnología está disponible, estas empresas ya tienen familiaridad y ya saben aquello que funciona y los problemas que ellos todavía encuentran al usar estas tecnologías.

Entonces la idea principal de la investigación era entender como eran usadas las tecnologías a lo largo de las etapas de proceso de proyecto y describir esto para que otras empresas o profesionales que están iniciando en la adopción de estas tecnologías tengan un norte sobre que pueden esperar en estos escenarios.

Entreviste aproximadamente 30 profesionales que ya han trabajado o trabajan en estas tecnologías, independiente del país. Hubo profesionales de diferentes países, pero predominaron Europa y Estados Unidos

por ser los lugares donde predominan empresas consideradas “*Early Adopters*”, entonces en esta primera imagen es una descripción de las etapas del proceso de proyecto y como la tecnología entra en esas actividades que son desarrolladas en estas etapas.

Entonces, primero tenemos un *briefing* con el cliente, y aquí no cambia tanto en función de la tecnología, pero después en la concepción del modelo proyectual ya se menciona el uso de modelos físicos, a veces elaborados por medio del uso de la fabricación digital para poder estudiar esos modelos conceptuales de proyecto y se enfatizó cuanto el uso de estos modelos en la concepción ayuda en la comunicación con el cliente, en la comprensión por parte del cliente de aquello que los proyectistas están proponiendo como solución para su proyecto.

En el proyecto esquemático junto al desarrollo de los modelos físicos ya entra la participación del BIM, se comienza a modelar en el software BIM mucho antes de tener las soluciones finales definidas en la parte conceptual.

En el desarrollo del proyecto es cuando el BIM entra con fuerza, los proyectistas comienzan a compatibilizar los modelos de las diferentes disciplinas y todo es realizado por medio del uso de esta tecnología y es muy expresivo. Los entrevistados mencionaron también la utilización de la automatización de tareas por programación ya que son utilizados diversos softwares que voy a mostrar en la próxima imagen, entonces para integrar tantos softwares diferentes con diversos formatos es necesario tener esta iniciativa de crear un herramienta propia para hacer la integración.

En la parte de la documentación entonces se vuelve una extracción de datos del modelo, ya que en los modelos de proyectos hay mucha riqueza de información, entonces la extracción de estos datos y fue muy citado por los entrevistados las simulaciones de desempeño, justamente lo que mencionaron Juliano y la profesora Andrea, y la simulación 4D es decir la simulación del proceso constructivo para que después en la etapa de construcción no hayan imprevistos que no hayan sido anticipados en la compatibilización de proyecto, entonces justamente por haber esta comunicación con la construcción en las etapas tempranas de proyecto, hay una participación, el proceso se vuelve más holístico, los proyectistas van a participar de la construcción y los constructores están contribuyendo con los proyectistas desde el desarrollo de proyecto, anticipando aquello que ellos van a necesitar para el proceso constructivo.

En este resumen tenemos estas etapas y donde entra cada una de las tres tecnologías digitales analizadas, que fueron el modelado paramétrico, que va a predominar en la concepción hasta la documentación del proyecto. Después y como enfatizado por la profesora Andrea, el lenguaje de programación visual es muy usado para explorar las geometrías de las edificaciones, y no tanto de explorar las informaciones en la plataforma y el BIM casi que en todas las etapas, excepto en la operación, en esta última no fue mencionado pero también porque entrevistamos proyectistas quienes son los usuarios, existen muchas aplicaciones nuevas del BIM en la etapa de operación que están siendo exploradas ahora y que son muy interesantes, por ejemplo el uso de los “*digital twin*” que es un modelo que representa la realidad de la edificación en uso.

Y la fabricación digital aparecía allí en la concepción en el uso de aquellos modelos físicos conceptuales, y también existen aquellos procesos de fabricación que son solamente montados en campo, cuando se utilizan otros procesos constructivo, hay aquel proceso que envía del software para las maquinas, las maquinas producen y en el local de la obra es solo ensamblado, en este caso tenemos la fabricación digital presente en estas etapas posteriores, después tenemos la coordinación del proyecto y se percibe como la misma se extiende hasta la etapa de construcción y es realizada conjuntamente con la coordinación de la construcción, entonces todos los involucrados están trabajando sea en la coordinación del proyecto que en la construcción y la comunicación e intercambio de informaciones va a ser constante hasta que se termine la construcción.

Después tenemos los agentes participantes de cada una de las etapas siendo las fases de desarrollo y de documentación para la construcción las más densas en términos de participación de diferentes agentes, y tenemos esta distribución para quien quiera analizar después de quien participa en cada etapa, no voy a entrar mucho en estos detalles y por ultimo y muy interesante están los software y las plataformas de comunicación que ellos llaman de *common data environment (CDE)*⁶ que son locales donde van a ser compartidas todas las informaciones del proyecto con todos los participantes, y ahí existen diferentes plataformas comerciales para esto y muchas fueron mencionadas pero lo que llama la atención es que siempre existe un repositorio central de proyecto que la información no está descentralizada o fragmentada, hay un local donde todos los miembros del equipo acceden y contribuyen para el proyecto

Y después hay softwares como el *Revit* que representa la presencia del BIM en todas las etapas, excepto en la operación y *briefing*, el *Rhinoceros* comienza desde la discusión de la propuesta conceptual y también se extiende hasta a construcción, sobre todo porque es una herramienta muy utilizada para los procesos de prefabricación que van de la maquina para el computador y para la obra, por eso a veces el *Rhinoceros* va hasta la construcción y el *Autocad* también esta presente aún principalmente por esa cultura arraigada de entregar los proyectos en 2D, entregar laminas, entonces la principal función de Autocad es trabajar con la documentación de proyecto.

Y después tenemos el *Grasshopper* que es usado juntamente con el *Rhinoceros* y el *Naviswork* para aquellos procesos de simulación 4D y muchos otros que están allí y no fueron tan expresivos en todas las etapas como los software que mencioné, pero que dan una idea de cuantas herramientas diferentes son usadas y pueden ser usadas muchas más además de aquellas que el propio proyectista puede crear, entonces es realmente todo un ecosistema de herramientas.

Básicamente este es un resumen bien sintético de mi investigación.

Andrea Mussi:

Si realmente aquí intentamos dar un resumen de todo el trabajo del grupo de investigación, pues tenemos algunos artículos publicados en inglés y portugués de libre acceso, cada uno tiene un poco de cada una de estas informaciones que les expusimos hoy.

Y nos ponemos a disposición para dudas y un debate, una reflexión sobre los temas expuestos.

Agradecemos la acogida y aquí están nuestros contactos.

Sandra Vivas

Andrea muchísimas gracias a ustedes a Luisa, Juliano y Paola, el tema es muy complejo y aquí tenemos algunas preguntas, la primera es:

Los estudiantes de arquitectura no están familiarizados con estas herramientas de programación, digamos que nosotros arquitectos no nos enseñan lenguajes de programación, entonces muchas veces somos esclavos de la herramienta, somos dependientes, no somos quienes programamos la herramienta, sino que somos dependientes de la herramienta. Desde tu experiencia Andrea como docente universitaria, como se están integrando estas competencias de programación dentro de los currículos de los programas de estudio de arquitectura.

Andrea Mussi:

⁶ NdT: Un CDE o Entorno Común de Datos es un área de colaboración digital, habitualmente en la nube, donde se almacena toda la información del proyecto de manera segura, y a la que tienen acceso todos los miembros del Equipo de trabajo para hacer revisiones o modificaciones según su rol. Su uso mejora la seguridad, reduce el riesgo de duplicidad de información y la falta de comunicación.

Si, exactamente yo deje esta diapositiva aquí en este punto de la presentación, porque aquí es un ejemplo, en IMED nosotros tenemos un momento donde tenemos los desafíos en el área de innovación y tecnología, en esa área de desafíos e innovación y tecnologías es exactamente donde los estudiantes tienen la oportunidad de usar varias herramientas de programación y la tecnología como un medio para llegar a la resolución de problemas, entonces nosotros trabajamos con metodologías de aprendizaje basado en proyectos o PBL *Project Based Learning*, para intentar exactamente dejar el desafío para el alumno y el alumno desarrollar un camino para resolver ese desafío.

Hay algunas ocasiones en que proponemos el desafío de forma estructurada o no estructurada, en la forma estructurada ya damos un producto que el alumno nos debe entregar y en ese caso aquí el alumno debe entregar un *Home Toy Design for Pets*, entonces el alumno debe hacer un briefing con el tutor de un gato o perro de cualquier animal de estimación y a partir de este briefing desarrollar una solución, un producto o un objeto, en este caso aquí una casa o juguete que sea paramétrico y automatizado, entonces tenemos momentos durante las clases en que damos algunas herramientas, algunas rutinas y explicamos estas rutinas para los alumnos y algunos logran reproducir estas rutinas y otros logran ir más allá que es lo que esperamos, de crear nuevas rutinas para poder llegar a una solución de su proyecto. Y allí trabajamos desde la concepción hasta la construcción, entonces usamos nuestro *FabLab* de IMED y los alumnos también prototipan sus diseños en escala 1:1

Entonces los alumnos hacen toda la parte de concepción paramétrico usando el Grasshopper, porque ahora estamos trabajando más con esa parte de formato y concepción de la forma y también después ellos usan Arduino todo el paquete, tenemos también una profesora que seguramente esta asistiendo a este webinar, la profesora Thaisa Leal da Silva, quien también fue co-tutora de Luisa y Juliano y que ella también imparte las materias de automatización junto con Arduino, entonces tentamos unir esas experiencias de los profesores y estimular los alumnos con algo del mundo real de ellos para instigar al uso de la programación para resolver problemas, esto es un ejemplo, algunos alumnos se entusiasman y siguen adelante llevando estos conocimientos para su proyecto.

Recientemente cambiamos el currículo y vamos a tener una disciplina de proyectos que va a ser de diseño paramétrico, entonces van a estar incorporadas herramientas más próximas de la obra arquitectónica y no solo del objeto, entonces ahora que hemos pasado por varios años de trabajar el objeto de tratar de traer esta cultura para dentro de IMED, entonces vamos a caminar ahora para la cuestión de la obra arquitectónica y algunos cursos de arquitectura, son raros los que están en este camino, en Brasil son muy puntuales los que están trabajando con estas metodologías, pero algunos ya comenzaron desde 2013, nosotros iniciamos hace mas o menos 5 años 2015.

Sandra Vivas

Existen otras herramientas de *Visual Programming Language (VPL)* que tuve la oportunidad de conocer que no son usadas específicamente para el área de arquitectura, como por ejemplo el software Processing que está escrito con lenguaje Python y que es una herramienta muy interesante de programación visual porque permite justamente esa generación de formas y que a veces puede ser más lúdica para diseñadores gráficos, no se si ustedes han tenido la oportunidad de explorar este software Processing

Andrea Mussi:

Juliano quieres hablar algo al respecto y después yo complemento?

Juliano Lima de Silva

En mis referencias teóricas cité a Antônio Leitão, el tiene algunos artículos en esa herramienta Processing, bien interesantes, pero no llegué a aplicar, ya oí hablar bastante, y también leí bastante sobre estas herramientas.

Andrea Mussi:

Y hasta vino a Brasil una vez, creo el año pasado exactamente para dar un workshop sobre estos temas. Pues si realmente herramientas hay bastantes pero creo que hay que crear la cultura del alumno de desafiarse, pues desarrollar estas competencias no es para todo el mundo, porque como Luisa mencionó y Paola también hay que tener mucha dedicación para la parte de programación porque puede fallar, no funcionar hay que tener paciencia y ser persistentes, entonces no es para todos pero sabiendo esto por lo menos podemos mostrarle a los alumnos que existe y que deben ejercitarse un poco porque son las competencias deseadas en todo el mundo actual.

Sandra Vivas

Tengo otra pregunta y esta va dirigida a Juliano, entiendo que Juliano tomó estas escalas de desempeño de la norma brasilera, como adoptan las constructoras en Brasil este tipo de tecnologías, como logran integrar las partes de las investigaciones desarrolladas en el IMED con el constructor final y como hacer entender a los usuarios finales o clientes que van a comprar estas viviendas que hay una ventaja en la aplicación de estas tecnologías?

¿Cómo crear una cultura en los usuarios finales de las ventajas de tener este tipo de herramientas incorporadas en el proceso de diseño?

Juliano Lima de Silva

En relación al BIM una cosa que estamos viendo aquí son los propios proveedores colocando los parámetros de desempeño en sus familias de productos, entonces ellos colocan por ejemplo carpintería de ventanas, puertas, están comenzando a colocar informaciones, no solo de acústico o térmico, sino también por ejemplo de combate a incendio y otras informaciones, entonces los propios proveedores están alimentando los modelos BIM para posibilitar que algunos software utilicen estas informaciones y creo que el gran diferencial de realizar un proyecto es anticipar como la edificación se va a comportar a lo largo de la vida y aquí en nuestra ciudad de Passo Fundo hay un edificio que utilizó un sistema innovador de losas de piso y la idea es que ellos logren utilizar ese desempeño acústico superior de las losas como una herramienta de mostrar el diferencial del producto de ellos, del edificio en comparación a otros, entonces una de las formas que yo creo sería en relación a las herramientas sería integrar las informaciones y para los constructores presentar esto como un adicional y como algo que realmente funciona e impacta en la vida de las personas, el confort acústico en las soluciones de proyecto, tipo mostrar que en el proyecto fueron simuladas y tomadas las decisiones, fue realizado un estudio sobre los materiales, herramientas para permitir el confort acústico, lumínico, térmico, que es una información que está escondida en los modelos, entonces usamos el Revit como una herramienta de documentación, nosotros no pasamos por este proceso en la actualidad entonces una forma es usar otras herramientas o crear las propias herramientas/plug-ins.

Sandra Vivas

Y esos plug-ins pueden ayudar en una futura certificación ambiental de proyecto, hoy en día se habla mucho de la certificación *Well* que llevan en consideración estos temas de confort, lumínico por ejemplo y muchas veces se hace todo el proyecto en Revit o Archicad y después hay que utilizar otro software tipo *Dialux* en el caso de iluminación artificial, entonces es interesante porque es una forma de crear una herramienta o de insertar dentro

del mismo Revit para crear métricas que pueden servir para una certificación ambiental y talvez por allí el valor que las constructoras pueden ver para incorporar estas herramientas en los procesos de diseño, un edificio con certificación ambiental puede tener un valor de mercado más alto.

Andrea Mussi:

Voy a complementar a Sandra también, inclusive fueron presentadas las herramientas para algunas constructoras aquí de Passo Fundo y Juliano verificó también como ellos hacían esa cuestión de todo el proceso de la parte acústica, entonces siempre contrataban un consultor y generalmente ese profesional analizaba el proyecto después de finalizado en una planilla en Excel, entonces muchas veces después de que el proyecto ya esta terminado y analizado no está funcionando, o hay que cambiar todo, entonces es realmente una cultura que se debe crear con las constructoras para evitar retrabajos y desperdicio de dinero y muchas veces como Juliano mencionó realmente las empresas están usando bastante como marketing también ese desempeño superior, pero lo optimo es si la herramienta ya estuviera incluida durante el proceso de diseño y existiera esta practica de los profesionales usar más esta herramienta que está disponible.

Sandra Vivas

Tengo entendido que existe una herramienta del Rhinoceros, es el Diva y el Solema que son herramientas que sirven para hacer este tipo de simulaciones sobre confort lumínico, estuve familiarizándome con el Solema y vi que ellos ya incorporaron conceptos de ritmos circadiano, bienestar de las personas dentro de los ambientes de acuerdo con la percepción de la luz. Juliano ya pensó en ir mas lejos con sus investigaciones sobre las herramientas de personalización e incorporar estos conceptos.

Juliano Lima de Silva

Bueno entonces en la arquitectura pensamos al inicio hacer lo siguiente de acuerdo a la actividad que seria realizada en el ambiente daría para lanzar la iluminancia, calcular la iluminancia en superficies también, por ejemplo encima de una mesa o de un balcón donde alguien va a desarrollar algún tipo de actividad, también podrían ser realizadas simulaciones considerando el material de construcción del mobiliario o aún más considerando el reflejo de los vidrios, de superficies, entonces esos paquetes de *Ladybug*, *Honeybee*, tienen varias herramientas que pueden ser usadas para crear los propios plugins, es como si fuera una caja de herramientas y con un poco mas de dedicación se podrían desarrollar herramientas dirigidas para estas finalidades, entonces es solo una cuestión de seguir explorando los paquetes disponibles y creando así reglas o escenarios que sean verificables y sean condicionantes para un proyecto, entonces es necesario que tal superficie o que tal ambiente tenga tanto de iluminancia o un valor máximo de X iluminancias, entonces es posible manipular las paredes, manipular los revestimientos, tamaños de aperturas para conseguir estos objetivos, todo cuestión de ir desarrollando las propias herramientas, pues muchos de los software externos no tienen esta integración con BIM, o son muy direccionados a una dimensión macro, tipo coloca el modelo y el calcula la media una cosa de este tipo, entonces es posible ir a las minucias de los ambientes utilizando la programación realizada por las propias herramientas.

Sandra Vivas

Muchas gracias, Juliano.

¿Tengo una pregunta para Luisa, ustedes llegaron a fabricar este prototipo de placa de piso táctil de señalización? ¿Se fabrico digitalmente en el Fab Lab y se testeo con los usuarios?

Luisa Batista de Oliveira Silva:

¿Placa creo que usted se refiere al piso táctil?

Andrea Mussi:

El plugin de Luisa fue creado para insertar en el dibujo, no es la placa en sí, hasta ella llegó a crear los parámetros de la placa, puedes complementar Luisa.

Luisa Batista de Oliveira Silva:

La placa en sí tú puedes bajar las familias adaptativas de Revit y definir el material, pero todo esto fue condicionado por los propios usuarios, cuáles tipos, el plugin llegó hasta el momento de insertar las placas en las puertas de forma simultánea en cuanto el proyectista trabaja en el proceso informativo del modelo, entonces según el proyectista va trabajando en el modelo, alterando puertas o aumentando o disminuyendo las aberturas, después de accionado el plugin se comporta automáticamente sin que sea necesario acceder a la programación, entonces esto facilita su uso para quien no tiene el dominio de programación logre utilizar el plugin.

Sandra Vivas

Muchas gracias, Luisa, bueno esas eran las preguntas que había para formular, creo que el tema es bastante complejo y nuestro público asistente está un poco tímido de hacer preguntas, entonces cedo la palabra al profesor Emerson, coordinador de la Maestría en Proyectos de Construcción Sostenible aquí en la Universidad de la Costa

Emerson Martinez:

Gracias Sandra, bueno muy bien entonces yo creo que en estos momentos con la programación de los plugins mostrados podemos llegar a ver y comprender cuál es la importancia de la aplicación de las tecnologías de información y comunicación en los aspectos de la toma de decisiones que van desde el mismo proceso de diseño de la edificación y los efectos que tienen este sobre la función arquitectónica y creo que este fue un excelente ejemplo de innovación incremental aplicado a BIM, en donde lo que se ha buscado es mejorar los procesos de proyecto de edificación en los aspectos de diseño, iluminación, acústica y accesibilidad lo cual se ha logrado en este momento bajo la incidencia de esta programación.

Quiero agradecer muchísimo toda esta muy buena exposición que se ha realizado, ya que desde la Maestría en Proyectos de Construcción Sostenible tenemos una asignatura que habla sobre la importancia de la aplicación de herramientas BIM dentro del proceso de diseño y el proceso de construcción, creo que esto es como dije antes un proceso de innovación incremental en donde podemos perfectamente llegar a concatenar tres aspectos, el diseño arquitectónico, la programación y el uso de la herramienta BIM para hacer mejores proyectos no solo desde el punto de vista del diseño sino también del punto de vista de la sostenibilidad.

Quiero nuevamente agradecer a Juliano a Luisa a Paola y a la profesora Andrea por permitirnos la posibilidad de transferir este importante conocimiento para nuestra academia, para el pregrado en arquitectura y para

también para la Maestría en Proyectos de Construcción Sostenible, esperamos pronto fortalecer estos lazos de cooperación para que próximamente podamos realizar conjuntamente estos proyectos. Muchísimas Gracias.

Andrea Mussi:

Gracias nuevamente a la Universidad de la Costa, a Emerson a Sandra y estamos a disposición para co-crear juntos, IMED agradece y que continuemos con esta parcería.