Hacia una Educación Integral: Modelo Visual para la Interconexión de Conceptos

Lucas Videla[1 [0009-0009-3433-757X]], Verónica Inés Aubin[1 [0000-0002-4981-6460]], and Renata Silvia Guatelli[1 [0000-0001-6118-0162]]

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas
Universidad Nacional de La Matanza
Florencio Varela 1903, San Justo, Argentina
{lvidela,vaubin,rguatelli}@unlam.edu.ar

Resumen. La interdisciplinariedad se posiciona como una estrategia relevante en un mundo complejo y globalizado. En el ámbito educativo, se busca una formación integral del ingeniero informático que se adapte a requerimientos interdisciplinarios. El aprendizaje significativo y las neurociencias respaldan la importancia de conexiones sinápticas y esquemas cognitivos para un aprendizaje profundo y duradero. Sin embargo, la implementación de la interdisciplinariedad en el currículo enfrenta desafíos como la atemporalidad y la coordinación docente. Este trabajo presenta un modelo innovador que simula la complejidad del cerebro, permitiendo una articulación interdisciplinaria dinámica. Inspirado en el lenguaje de patrones, Zettelkasten y la brújula de ideas, el modelo ofrece una comprensión contextualizada de los conceptos, visualizados como un meta-grafo que crece en forma orgánica de acuerdo a las necesidades de los docentes. Este modelo facilita la creación de objetos de aprendizaje, brindando así una experiencia educativa más integral y significativa.

Keywords: interdisciplinariedad · articulación de contenidos · visualización de contenidos · aprendizaje significativo · calidad educativa

1. Introducción

En un mundo cada vez más complejo y globalizado, los desafíos y problemas que enfrentamos requieren de un enfoque integral y colaborativo que trascienda los límites tradicionales de las disciplinas individuales. La interdisciplinariedad busca establecer puentes entre diferentes campos del conocimiento, fomentando la integración de perspectivas, enfoques y metodologías diversas. Al promover la interacción entre disciplinas, se generan nuevas sinergias que permiten abordar de manera más eficaz los problemas complejos y promover avances significativos en la comprensión y solución de los desafíos científicos, tecnológicos, sociales y ambientales que enfrentamos en la actualidad. En el contexto de la educación en el nivel superior, la formación del ingeniero informático requiere de un perfil que se adapte a estos requerimientos interdisciplinarios. En la organización del currículo por disciplinas podemos distinguir articulaciones entre asignaturas de forma horizontal y vertical. La primera se refiere a aquellas asignaturas o módulos que deben ser cursados en el mismo ciclo. La articulación vertical se corresponde con el orden en que las asignaturas deben ser cursadas en diferentes ciclos [7]. Bajo el enfoque tradicional, cada asignatura se dicta como un compartimento estanco habitualmente sin que rebasen los límites de la propia

disciplina. Este enfoque educativo brinda al estudiante una mirada parcelada de una realidad que es mucho más compleja e interesante de lo que se le presenta. En la actualidad el sistema universitario adopta un enfoque basado en competencias y centrado en el estudiante [11], con la idea de lograr que sus estudiantes alcancen aprendizajes profundos y estables en el tiempo. La formación con base en competencias conlleva integrar disciplinas, conocimientos, habilidades, prácticas y valores [3].

El aprendizaje significativo es un objetivo clave en la educación. Al conectar nuevos conocimientos con la estructura cognitiva existente, fomentar la colaboración, trabajar con situaciones reales y permitir la construcción activa del conocimiento, se puede facilitar un aprendizaje más profundo, relevante y duradero para los estudiantes. Además, las neurociencias respaldan este enfoque al destacar la importancia de las conexiones sin ‘apticas y los esquemas cognitivos en el proceso de aprendizaje. El aprendizaje significativo consiste en transferir información a la memoria a largo plazo. Cuando se adquiere nueva información, el cerebro la almacena en forma de esquemas, que son estructuras cognitivas que constituyen la base del conocimiento [15]. Estos esquemas permiten organizar y recuperar la información para procesarla y relacionarla con nuevos conocimientos. En este sentido, al establecer múltiples conexiones entre conceptos relacionados, la capacidad de comprensión profunda se ve enriquecida, lo que permite aplicar y transferir el conocimiento a diferentes situaciones de la vida real.

La interdisciplinariedad en el ´ámbito educativo al integrar diferentes disciplinas y enfoques, logra establecer conexiones entre los conocimientos aislados, fomentando así una comprensión más profunda y contextualizada de los temas [9,12]. La incorporación de la interdisciplinariedad en las actividades curriculares plantea desafíos importantes, ya que requiere una construcción deliberada dado que no ocurre espontáneamente. La coordinación entre docentes de diferentes ´áreas puede ser complicada, especialmente debido a la falta de coincidencia en horarios y agendas. Además, la diferencia de vocabulario y enfoque entre materias puede dificultar la comprensión conjunta. Superar estas barreras es fundamental para lograr una integración efectiva de los conocimientos y promover el aprendizaje significativo y enriquecedor para los estudiantes.

Atendiendo a estos problemas y teniendo en cuenta que los conocimientos sin vinculación entre sí rompen la asimilación consciente de los conocimientos y habilidades [14], en este trabajo se presenta una novedosa forma para articular contenidos. A diferencia de la articulación tradicional horizontal y vertical, donde los contenidos se organizan de manera lineal y secuencial, la articulación propuesta simula la complejidad y flexibilidad del cerebro, permitiendo una integración interdisciplinaria más dinámica y profunda. Inspirados en el lenguaje de patrones, la metodología de Zettelkasten y la brújula de ideas, adaptándolas y resignificándolas en el contexto de la educación. Haciendo uso de las NTICS, se creó un modelo de visualización que permite una comprensión más profunda y contextualizada de los conceptos, visualizados como una red representada en un meta-grafo. El modelo presentado, aun trabajando desde una perspectiva curricular, facilita al docente la articulación de contenidos y la comprensión interdisciplinaria de los conceptos. Además, posibilita el establecimiento de nuevas conexiones para la creación de objetos de aprendizaje que aborden diferentes contextos. Al fomentar una comprensión más profunda y conexa, se propicia un aprendizaje más significativo y transferible, fortaleciendo así la formación integral de los estudiantes.

2. Marco Teórico

Los componentes constitutivos de la metodología propuesta en este trabajo son el Zettelkasten, la brújula de ideas, el lenguaje de patrones y la visualización espacial.

2.1 Zettelkasten

El término "Zettelkasten" se refiere a una técnica conocida como "caja de fichas" o "fichero" en alemán, desarrollada por Niklas Luhmann. En esta metodología, se toman notas breves y en palabras propias sobre lecturas o temas de interés. La singularidad y el potencial de esta técnica radican en la capacidad de establecer conexiones entre las fichas, facilitada por la naturaleza atómica de las ideas expresadas en ellas.

Luhmann observó que el valor de una idea depende en gran medida de su contexto, y sus contextualizaciones. Por lo tanto, surgió la inquietud de cómo una idea podrá relacionarse y contribuir a diversos contextos [1].

La construcción del repositorio de ideas se lleva a cabo de manera incremental, estableciendo vínculos entre cada idea y otras previamente identificadas, lo que permite descubrir conexiones significativas. Esta metodología fomenta la repetición espaciada para la construcción de conocimiento, ya que se revisan las ideas anteriores cada vez que se introduce un nuevo concepto que aporta un contexto novedoso. La repetición espaciada ha demostrado ser eficaz para el aprendizaje significativo [4,13].

2.2 Brújula de Ideas

Se ha popularizado una técnica denominada "brújula de ideas" con el objetivo de facilitar el descubrimiento deliberado de conexiones entre conceptos [16]. La base de esta técnica radica en la concepción de una *brújula conceptual*, que posibilita la identificación de relaciones significativas entre ideas, valiéndose de la analogía de los puntos cardinales.

Tseng propone un enfoque de vinculación con otras concepciones de la siguiente manera: hacia el norte, estableciendo conexiones con los conceptos desde los cuales se originó; hacia el sur, relacionándola con los conceptos a los que conduce; hacia el oeste, conectándose con ideas similares y afines; y finalmente, hacia el este, identificando los conceptos opuestos o competitivos que se contraponen a la idea objeto de análisis [18].

2.3 Lenguaje de Patrones

La concepción de patrones tiene raíces ancestrales, pero su formalización como un conjunto sistematizado de alternativas coexistentes fue desarrollada por Alexander. En su obra sobre diseño urbano, Alexander sostiene que la construcción de cualquier elemento no debe aislarse, sino que debe considerar y armonizar con su entorno para lograr coherencia y completitud [2].

En el ´ámbito del software, estas ideas fueron adoptadas para la creación de diversas publicaciones que clasifican y especifican patrones. La primera de ellas estableció una estructura reutilizable para la especificación de patrones, definiendo secciones que

caracterizan cada patrón y facilitan su comprensión, aplicabilidad, contexto y consecuencias de uso [10].

Por su parte, Coplien realizó un estudio sobre el lenguaje de patrones [6] y su relevancia donde destaca dos razones principales para la importancia del estudio y aplicación de patrones. En primer lugar, los patrones capturan y visibilizan prácticas recurrentes en un contexto que de otra manera serían indefinidas y difusas. En segundo lugar, los patrones revelan una estructura subyacente que, una vez identificada, permite establecer conexiones significativas entre conceptos que previamente parecían independientes y aislados. Este enfoque en patrones facilita la comprensión y mejora de soluciones en el campo del diseño y la implementación de software y, potencialmente, en otros campos de conocimiento.

2.4 Visualización Espacial

La visualización de información va más allá de la simple creación de gráficos o imágenes. Su objetivo es desencadenar un proceso cognitivo que potencie nuestras habilidades de comprensión al obtener conocimientos a partir de representaciones visuales. Mediante la visualización de información, es posible transformar datos abstractos, en representaciones visuales significativas.

Uno de los campos que abarca la Visualización de Información es la Visualización de Grafos, que direcciona el problema de visibilizar información estructural o relacional construyendo representaciones visuales geométricas de grafos o redes que son los modelos subyacentes en una gran cantidad de datos abstractos.

La representación visual de los grafos suele ser una práctica común, aunque no es suficiente simplemente conectar nodos entre sí para capturar toda la riqueza semántica de la información. Es fundamental enriquecer la representación visual con formas, estereotipos, ubicaciones espaciales, colores, tamaños y otros componentes para transmitir de manera efectiva la información relevante [17].

Además, las relaciones entre los elementos del grafo pueden tener atributos de información asociados, especialmente en conjuntos de datos multivariados. Los nodos y aristas del grafo pueden albergar propiedades adicionales en función de representaciones gráficas que refuercen la comprensión del conocimiento que estos quieren manifestar [5].

3. Desarrollo

En esta sección se detalla cómo fue el proceso de construcción del modelo, utilizando el marco teórico anteriormente descripto.

3.1 El lenguaje de patrones

El proceso de creación de este modelo inició con una descripción estandarizada de los conceptos que conforman el nodo de articulación. En concordancia con los principios propuestos por Coplien, se adoptó una estructura que facilitó tanto la

vinculación como la navegación entre los distintos nodos. Esta metodología proporcionó un marco conceptual sólido, el cual se vio enriquecido por diversos enfoques que ampliaron el proceso de análisis y comprensión del modelo.

A partir de la primera aproximación, se obtuvo un nodo estructurado que contó con secciones claramente definidas, lo que permitió detallar el concepto atómico bajo estudio. Además, se identificaron secciones correspondientes a enfoques específicos otorgados al mencionado concepto en el ´ámbito de determinadas asignaturas o contextos.

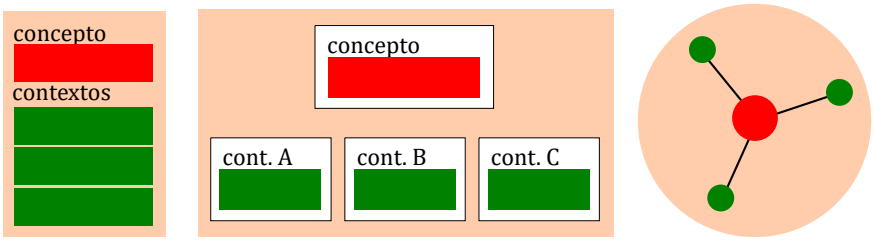
La representación física de este nodo de articulación adoptó la forma de una ficha, incorporando sucesivas secciones destinadas a señalar los distintos enfoques asignados al concepto, como puede verse en la Figura 1(a). Esta ficha resultó demasiado extensa, abarcando contenidos que pueden no ser de interés para todos los docentes.

3.2 Las ideas atómicas y el Zettelkasten

Desde la perspectiva del Zettelkasten se sugiere la implementación de un modelo flexible y reutilizable mediante la división de la estructura de la ficha en fichas específicas de segundo orden, junto con los enlaces correspondientes. Esta propuesta permitió separar el nodo en dos componentes distintos: en una parte se especificó el concepto concreto que representa, mientras que en fichas separadas se abordaron diversas aproximaciones al mismo desde distintos contextos, enriqueciendo así su contenido mediante resignificación. Esto puede verse en la Figura 1(b).

Esta subdivisión facilitó la separación de ideas atómicas, tal como se expone en el trabajo de Ahrens, las cuales adquieren significado al aplicarse a nuevos contextos. Además, esto permitió establecer relaciones interdisciplinarias entre las ideas, resultando esenciales para abordar la complejidad inherente al conocimiento.

Los contextos de aproximación abarcaron desde asignaturas completas, como es el caso de “la recursividad desde la perspectiva de la programación”, hasta áreas temáticas específicas dentro de una misma asignatura, como “la recursividad desde la programación funcional” o “la recursividad desde la programación estructurada”. La definición flexible de los contextos permitió adaptarlos según las necesidades particulares de los docentes, ajustando su granularidad para una ´optima comprensión y aplicación, como puede verse en la Figura 1(c).



(a) Ficha (b) Ficha desagregada (c) Nodo

Figura1: Ficha desagregada en sus componentes, y su visualización en forma de grafo.

Los enfoques contextuales desempeñaron un papel fundamental en la aplicación del lenguaje de patrones a los nodos de articulación. Mediante estos enfoques, se permitió la consideración del contexto en el cual cada nodo se encontraba inserto, lo cual confirió significado y relevancia específica a su función. El abordaje contextual del nodo de articulación conllevó a una mayor comprensión de su papel en el sistema, identificando las interconexiones con otros elementos y su adaptabilidad a diversas situaciones.

3.3 Tendiendo puentes entre contextos

La atemporalidad se presenta como un entorno propicio para fortalecer el aprendizaje de conceptos en nuevos contextos. Esta característica permite que asignaturas correlativas aborden temáticas similares, profundizando en los conceptos adquiridos recientemente. A diferencia de la articulación vertical entre asignaturas, esta aproximación es un modelo emergente que se adaptó según la necesidad de abordar la temática de interés en cada contexto específico.

En este sentido, se propuso el desarrollo de objetos de aprendizaje que interconectan enfoques sobre un mismo concepto. Por ejemplo, una actividad vincula el enfoque matemático del concepto de factorial con la perspectiva de programación sobre el mismo tema. Esquemáticamente, esto puede visualizarse en la Figura 2. De esta manera, se reafirma el concepto y se logra una repetición espaciada del primer contexto al integrar los conocimientos y competencias proporcionados por el nuevo enfoque.

Este modelo ofrece una valiosa oportunidad para que los docentes articulen conocimientos, considerando los abordajes generados en contextos previos. Esta metodología facilitó la conexión entre los conceptos trabajados en diferentes etapas del proceso educativo, permitiendo que los docentes establecieran conexiones entre temas y brinden una perspectiva coherente y continua a los estudiantes. Esta capacidad para articular conocimientos mejora el proceso de enseñanza y aprendizaje, favoreciendo la retención y la comprensión a largo plazo [13].

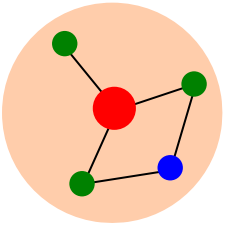


Figura2: Surgimiento de actividad inter-contextual

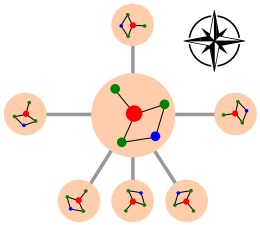


Figura3: Vinculación de nodos según la brújula de ideas

3.4 Navegando entre conceptos

Los conceptos se encuentran intrínsecamente relacionados en el contexto de una currícula de estudios, presentando similitudes, alternativas, antecedentes y consecuencias. Tal como se ha planteado en la investigación de Tseng, se ha propuesto una analogía simbólica, la “brújula de ideas”, que se puede emplear para explorar

sistemáticamente los conceptos del modelo. La ubicación espacial de los nodos puede apreciarse en la Figura 3.

La brújula de ideas representa una perspectiva novedosa y prometedora para la exploración intencionada de las conexiones conceptuales, ofreciendo una estructura visualmente representativa y organizada para comprender y analizar las interrelaciones entre los conceptos en el ´ámbito educativo. Al adoptar esta técnica se pudieron identificar patrones y descubrir nuevas asociaciones entre ideas.

En el marco de este modelo propuesto, se ha incorporado un apartado específico dentro del nodo conceptual que permitió establecer las conexiones cognitivas con otros nodos conceptuales, basándose en sus respectivas relaciones. Visualmente, esta estructura se organizó utilizando una topología análoga a los puntos cardinales, como se ha propuesto en el trabajo original de Tseng [16].

La identificación de conexiones y relaciones entre conceptos procedentes de distintas ´áreas del conocimiento brinda la oportunidad de integrar ideas y perspectivas diversas. Esta interdisciplinariedad enriquece la comprensión y el análisis del conocimiento, lo que facilita una visión más completa y holística de los temas abordados.

3.5 Diferentes tipos de nodos

Es necesario destacar que en este modelo, los nodos se clasifican en distintos tipos según su naturaleza. Los tipos de nodos identificados son los siguientes:

- **Nodos Conceptuales.** Estos nodos se encargan de alojar conceptos descontextualizados, sirviendo como referencias que se abordarán según diferentes contextos. Facilitan la navegación entre conceptos mediante la “brújula de ideas”.
- **Nodos Contextuales.** Estos nodos proporcionan una visión contextualizada del concepto central, refiriendo asimismo al contexto que los caracteriza.
- **Nodos de Actividad Inter-contextual.** Estos nodos contienen actividades, ideas, ejercicios o enfoques que permiten conectar conceptos caracterizados en dos o más contextos. Cada actividad, idea o ejercicio se representa mediante un nodo individual, pudiendo haber varios nodos enlazados a un mismo grupo de contextos.

La caracterización de estos nodos proporciona una distinción clara y sencilla en el modelo visual mediante los colores utilizados —rojo para nodos conceptuales, verde para nodos contextuales y azul para nodos de actividad intercontextual—, como sugiere Burch. Además, la topología del grafo resultante refleja la semántica inherente a cada nodo.

4. Resultados

Tras el proceso de desarrollo se ha alcanzado un modelo repetible que reúne todos los elementos favorables para su crecimiento orgánico. La utilización de una herramienta que gestione enlaces entre fichas, como Obsidian [8], ha permitido obtener una estructura desagregada, como puede verse en la Figura 4.

El modelo gen érico presentado dispone de los siguientes componentes:

1. Un meta-grafo con tres tipos de nodos.
2. Plantillas para cada tipo de nodo caracterizado.
   a. Ficha de concepto (definición, enlaces a contextos, brújula de ideas con enlaces)
   b. Ficha de contexto (abordaje)
   c. Ficha de actividad (objetivos de aprendizaje, duración, descripción de la actividad, competencias, evaluación)
3. Filtros y visualizaciones contextuales, facilitadas por la herramienta.

La construcción de este modelo es un esfuerzo colaborativo entre docentes de diversas asignaturas, permitiendo un trabajo asincrónico donde cada uno aporta desde su contexto para el crecimiento iterativo e incremental del grafo.

Este modelo facilita la navegación entre conceptos relacionados, permitiendo una exploración profunda de las aproximaciones contextuales a los conceptos. Asimismo, agiliza la generación de nuevas actividades inter-contextuales, brindándoles mayor sustento y pluralidad de abordajes. En consecuencia, el enfoque adoptado ha demostrado ser efectivo para construir un sistema de conocimiento interconectado y de crecimiento progresivo, brindando un enriquecimiento significativo a la comprensión y aplicación de los conceptos abordados.

Figura4: Mapeo entre modelo navegable y fichas descriptivas

5. Conclusiones

Este artículo presenta un enfoque innovador y flexible para abordar la interdisciplinariedad en la educación, presentando un modelo visual que permite la articulación de contenidos desde diferentes contextos. La subdivisión de los nodos de articulación en fichas específicas, junto con los enlaces correspondientes, ha permitido una mejor organización y comprensión de los conceptos enriquecidos por diversos enfoques. El meta-grafo, así organizado, permite establecer relaciones interdisciplinarias y generar objetos de aprendizaje que refuerzan la comprensión y aplicabilidad de los conocimientos adquiridos. Además, la “brújula de ideas” ha sido una herramienta valiosa para explorar sistemáticamente las conexiones conceptuales y enriquecer el análisis del conocimiento educativo. La identificación de diferentes tipos de nodos ha proporcionado una clasificación clara y efectiva en el modelo visual, lo

que ha permitido el filtrado de información, facilitando la comprensión y organización del mismo. En consecuencia, este enfoque ofrece una valiosa oportunidad para que docentes y estudiantes desarrollen una visión coherente y continua de los contenidos, promoviendo una educación más significativa y contextualizada.

Como trabajo futuro, se propone estudiar la repetibilidad y sistematización de este modelo, lo que abrirá nuevas perspectivas para contribuir a mejorar la calidad y eficacia de la educación en la actualidad, promoviendo la integración y aplicación de los conocimientos en distintos contextos y disciplinas.

6. Agradecimientos

Este trabajo se realiza en el contexto del proyecto: “Identificación de nodos potenciales de articulación en la carrera de ingeniería informática Universidad Nacional de La Matanza” (C2 ING 091).

La línea de investigación presentada colabora con la tesis de la Maestría en Tecnología Informática de Lucas Videla, dictada por la Universidad Abierta Interamericana.

Referencias

1. Ahrens, S.: How to Take Smart Notes: One Simple Technique to Boost Writing, Learning and Thinking: For Students, Academics and Nonfiction Book Writers. CreateSpace, North Charleston, SC (2017)
2. Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M.: A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. Oxford University Press, New York (1977)
3. Álvarez, R.P.: Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. Revista iberoamericana de educación 35(1), 1–33 (2004)
4. Bjork, R.A.: On the symbiosis of remembering, forgetting, and learning. In: Successful Remembering and Successful Forgetting. Psychology Press (2010)
5. Burch, M., Huang, W., Wakefield, M., Purchase, H.C., Weiskopf, D., Hua, J.: The State of the Art in Empirical User Evaluation of Graph Visualizations. IEEE Access 9, 4173–4198 (2021). https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3047616
6. Coplien, J.O.: Software Patterns. SIGS Management Briefings, SIGS, New York (1996)
7. Costa, V.A., Río, L.S.d.: La articulación en la enseñanza. In: I Jornadas sobre las Prácticas Docentes en la Universidad Pública. Transformaciones actuales y desafíos para los procesos de formación (La Plata, 2016) (2016)
8. DYNALIST INC.: Obsidian - sharpen your thinking., https://obsidian.md
9. Field, M., et al.: Assessing interdisciplinary learning. New directions for teaching and learning 58, 69–84 (1994)
10. Gamma, E. (ed.): Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley Professional Computing Series, Addison-Wesley, Reading, Mass (1995)
11. Giordano Lerena, R., Cirimelo, S., de Decanos de Ingeniería-CONFEDI, C.F.: Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina “libro rojo de confedi”. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería-CONFEDI. Universidad FASTA Ediciones (2018)
12. Jacobs, H.H.: Interdisciplinary curriculum: Design and implementation. ERIC (1989)

13. Kornell, N., Bjork, R.A.: Learning Concepts and Categories: Is Spacing the "Enemy of Induction"? Psychological Science 19(6), 585–592 (Jun 2008). https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02127.x
14. Pérez, A., Soto, E., Sola, M., Serv´an, M.: Aprender cómo aprender. autonomía y responsabilidad: el aprendizaje de los estudiantes (2009)
15. Sweller, J.: Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive science 12 (2), 257–285 (1988)
16. Tseng, F.L.: The essence of the Zettelkasten method, demystified. (Feb 2022), https://feeei.substack.com/p/the-essence-of-the-zettelkasten-method
17. Von Landesberger, T., Kuijper, A., Schreck, T., Kohlhammer, J., Van Wijk, J., Fekete, J.D., Fellner, D.: Visual Analysis of Large Graphs: State-of-the-Art and Future Research Challenges. Computer Graphics Forum 30(6), 1719–1749 (Sep 2011). https://doi.org/10.1111/j.1467-8659.2011.01898.x
18. Zhao, V., Tseng, F.L.: The Compass of Zettelkasten Thinking (May 2022), https://www.youtube.com/watch?v=-7r9t9T9Aww