

La habilidad de modelar conectivas lógicas en diferentes dominios

The ability to model logical connectives in different domains

Verónica D'Angelo¹

¹Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (CONICET-UNR), Rosario, Argentina

verodangelo71@gmail.com

Recibido: 27/07/2020 | Corregido: 14/06/2021 | Aceptado: 27/06/2021

Cita sugerida: V. D'Angelo, "La habilidad de modelar conectivas lógicas en diferentes dominios," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 30, pp. 74-84, 2021. doi: 10.24215/18509959.30.e8

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumen

En lógica proposicional, las conectivas de disyunción o conjunción en proposiciones simples se comprenden de manera intuitiva. La dificultad de algunos estudiantes de programación estriba en identificar una red de proposiciones compuestas y conectivas lógicas que subyacen a una situación problemática. Una técnica muy utilizada para contextualizar conceptos es la provisión de ejemplos ilustrativos. Propusimos investigar el efecto que produce la generación de ejemplos (inventados por los alumnos), con posterioridad a la recepción de ejemplos del docente. Observamos que al recibir problemas que pertenecen a un mismo dominio temático se promueve la comprensión y la transferencia intra dominio, pero es improbable la transferencia a dominios distantes. En el primer experimento comprobamos que contextualizar con un único ejemplo es suficiente para promover la comprensión (realizar los ejercicios y tablas) pero no facilita en los estudiantes la posibilidad de imaginar escenarios distintos para la aplicación de las mismas reglas. En un segundo experimento, presentamos dos situaciones consecutivas en contextos distintos, el grupo experimental recibió ejemplos acompañados de un conjunto de instrucciones de comparación, y el grupo control sólo recibió los ejemplos sin instrucciones para compararlos. Observamos que en la condición de comparación, los estudiantes proponen ejemplos más alejados de los dominios temáticos propuestos. Inferimos que la comparación de ejemplos es un potente mecanismo para promover la transferencia en el aprendizaje de reglas de lógica proposicional aplicadas a situaciones concretas.

Palabras clave: Lógica proposicional; Contextualización; Ejemplos; Abstracción; Transferencia.

Abstract

In propositional logic, disjunction or conjunction connectives in simple propositions are intuitively understood. The difficulty for some programming students is to identify a network of compound propositions with logical connectives that underlie a problematic situation. A widely used technique for contextualizing concepts is the provision of illustrative examples. We proposed to investigate the effect produced by the generation of examples (invented by students), after receiving examples from the teacher. We observe that when receiving problems that belong to the same thematic domain, understanding and intra-domain transfer are promoted, but transfer to distant domains is not probable. In the first experiment, we verified that contextualizing with a single example is enough to promote understanding (doing the exercises and tables) but it does not provide students with the possibility of imagining different scenarios for the application of the same rules. In a second experiment, we presented two consecutive situations in different contexts, the experimental group received examples accompanied by a set of comparison instructions, and a control group only received the examples without instructions to compare them. We observe that in the comparison condition, the students propose examples that are further away from the proposed thematic domains. We infer that the comparison of examples is a powerful mechanism to promote transfer in learning of propositional logic rules applied to concrete situations.

Keywords: Propositional logic; Contextualization; Examples; Abstraction; Transfer.

1. Introducción

1.1. Aprendizaje de reglas lógicas

Los estudiantes en carreras orientadas a ciencias de la computación (CC) se inician en el uso pragmático (aplicado) de la lógica proposicional en las primeras asignaturas de programación, ya que las proposiciones lógicas forman parte de las estructuras de control (bifurcación e iteración) de cualquier programa. Los conocimientos básicos de lógica proposicional, que suelen repasarse en las primeras clases de programación, generalmente se dictan (previamente o simultáneamente, dependiendo de la organización curricular) en asignaturas específicas, por ejemplo, *Matemática discreta* o *Logica I*. Implícitamente, la organización curricular sugiere que la adquisición de las reglas debe ser previa a su aplicación, y esta secuencia didáctica *-teoría, luego práctica-*, va en concordancia con ciertos supuestos acerca de cómo aprenden reglas lógicas los seres humanos. La discusión sobre la relación entre *leyes del pensamiento* y *leyes de la lógica* debe su origen posiblemente a los trabajos de George Boole cuyas investigaciones iniciadas en *El análisis matemático de la lógica* [1], desembocarían en afirmaciones de carácter psicológico en *Una investigación sobre las leyes del pensamiento* [2]. Boole no solo resuelve como transformar la lógica en un cálculo práctico y eficiente sino que afirma que dicho cálculo concuerda con las "leyes" del pensamiento humano. Afirmación que sería retomada por Piaget, al concluir que el razonamiento es *equivalente* al cálculo proposicional [3] y que, una vez alcanzado el estadio de las operaciones formales, el sujeto está en condiciones de razonar deductivamente mediante reglas [4]. Los seguidores de esta postura sostuvieron que los sujetos cuentan con un conjunto de reglas mentales (lógica natural), abstractas e independientes del contexto. Este enfoque prevalece hoy en la enseñanza de lógica formal en disciplinas no vinculadas a la psicología, como matemática e informática. En especial en esta última, tal vez por el hecho de que la construcción de artefactos digitales aún depende de la lógica binaria (estrictamente formal y deductiva). Es por ello que no contamos con estudios previos de contextualización en el campo de la lógica proposicional con excepción de los de la lógica informal que se describirán más adelante.

Apoiada en semejante casualidad, que los hechos lógico-matemáticos serían un cuasi reflejo del comportamiento mental, la enseñanza de la lógica formal ha consistido tradicionalmente en la exposición de sus reglas abstractas a los alumnos, para que sean asimiladas del mismo modo en que se asimila un cálculo: transformando las operaciones en ejercicio continuo. Ningún sentido tendría, desde esta postura, indagar en los saberes previos de los estudiantes para construir desde allí las bases del conocimiento lógico. Dado que las reglas de la lógica formal, según este enfoque, no precisan de ningún contenido para ser expresadas, sin importar en qué contexto se aplicaran, los resultados serían los mismos.

Quienes no logren comprenderlas, simplemente no se han ejercitado lo suficiente o no poseen las mismas "habilidades" de razonamiento.

En una línea opuesta, las principales investigaciones sobre razonamiento proposicional desde 1966, pusieron en duda la existencia de un razonamiento formal como capacidad de propósito general asequible en la juventud. Desde las primeras pruebas del test de Wason [5], se observó que las personas no utilizan su razonamiento deductivo espontáneamente. Las respuestas de las personas a la tarea de Wason se basarían en la aplicación de criterios pragmáticos resultado de mecanismos de adaptación biológica en vez de criterios formales o lógicos [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15]. Los estudios más recientes sobre lógica enfocada desde el punto de vista psicológico muestran un alejamiento de los procesos puramente deductivos en búsqueda de verdades probabilísticas u orientadas por la relevancia [16], [17], [18], [19].

Al reconocer que la lógica humana espontánea es dependiente del contexto [20, p.132] se sigue que el conocimiento de la lógica proposicional abstracta no alcanza para asegurar que dicha regla se aplicará a todas las situaciones. El aprendizaje de reglas proposicionales en cursos de lógica sin aplicación a situaciones concretas, además de ser difícil, podría no ser suficiente para un buen desempeño. Entonces, en la situación concreta de aplicación de reglas durante la escritura de un programa que resuelve una situación específica del mundo real, cuando el estudiante no utiliza apropiadamente las conectivas lógicas, ¿se debe sólo a la falta de conocimiento sintáctico? Algunos estudiantes que han aprobado los contenidos de lógica formal, presentan igualmente dificultades en la modelización de proposiciones lógicas en los programas. Es probable que entre la sintaxis formal y su aplicación deba mediar un entrenamiento para la captación de esquemas de proposiciones lógicas en contexto, ya que estos esquemas no son evidentes y pueden ser más complejos de lo esperado. Un claro ejemplo de ello son las conectivas de conjunción y de disyunción que se analizarán en este trabajo.

1.2. Contextualizar

Es innegable que no todas las reglas de lógica proposicional entrañan el mismo nivel de dificultad. Comprender las leyes de De Morgan, en tanto negación de una disyunción igualada a la conjunción de dos negaciones y la negación de una conjunción igualada a la disyunción de dos negaciones, resulta más complejo que comprender una proposición simple de disyunción o de conjunción aislada. Éste último tipo de proposiciones, en sí mismas, no parecen presentar dificultad alguna, ya que se utilizan con frecuencia en el lenguaje cotidiano ("Voy en auto o en micro", "Hay naranjas y peras"). Sin embargo, algunos problemas entrañan proposiciones lógicas complejas. Si la situación problemática es

compartida culturalmente, puede estar asociada con esquemas pragmáticos, y la comprensión es espontánea – como en el caso de esquemas de permiso u obligación [6], [7], [9]. En cambio, si se trata de problemas en un dominio desconocido o novedoso, el esquema lógico subyacente debe ser descubierto. Aunque el alumno comprenda perfectamente qué es una disyunción o una conjunción, puede no ser tan sencillo descubrir un entramado de proposiciones conjuntivas o disyuntivas subyacentes en un problema. Esto constituye una habilidad crucial para los profesionales informáticos, ya que deben estar preparados para modelizar una amplia variedad de situaciones.

Al modelizar un problema en un contexto dado, se facilita el descubrimiento de conectivas lógicas dentro de ese dominio, sin embargo, siguiendo la línea de las investigaciones pragmáticas, esto no garantiza que la misma habilidad sea transferible a otros dominios. Por ejemplo, si los alumnos realizan gran cantidad de ejercicios de lógica proposicional con argumentos sobre política, podrían volverse más expertos en ese tipo de enunciados argumentativos, pero no necesariamente transferir su experticia lógica a argumentos matemáticos; de modo análogo, si aprenden estrategias para jugar al ajedrez, no hay garantía de que dichas estrategias serán generalizables de manera directa a estrategias de negocios o a situaciones en la vida cotidiana. Se requieren elaboraciones posteriores cuya naturaleza aún está en discusión.

El objetivo último de la educación no es que los alumnos comprendan conceptos dentro del contexto universitario sino que puedan aplicarlos al salir de la universidad, es decir, la *transferencia de conocimiento* [21], pero suele suceder que cuando los estudiantes intentan llevar su conocimiento a la práctica fallan en aplicar lo que saben, como si no pudieran identificar que los nuevos ejemplos son interpretables bajo los mismos conceptos ya estudiados, el denominado "problema del conocimiento inerte" [22].

Esto cobra importancia en los contextos de aprendizaje actuales donde la transferencia de conocimiento ocupa un segundo lugar con respecto a la *comprensión*, referida en un sin número de propuestas que la vinculan con el acceso a materiales concretos, especialmente online, de los cuales hay una gran disponibilidad. La perspectiva del aprendizaje situado [23], [24], ha contribuido a poner sobre el tapete la cuestión de la pérdida de sentido en las situaciones educativas por la enseñanza de formalismos abstractos descontextualizados y su efecto devastador sobre la motivación. Pero en su posición más extrema, postula que el 'verdadero' aprendizaje sólo tendría lugar en los contextos de origen, sin preocupación por las posibilidades de generalización, conduciendo al nuevo reduccionismo de la contextualización como único método, que parece tener un costo en la capacidad de transferencia de las reglas aprendidas a otros contextos [25], [26].

La historia de la enseñanza de la lógica proposicional nos muestra que es una salida común adoptar una postura situacionista extrema como respuesta al exceso de formalismos. Desde sus inicios, la enseñanza de la lógica formal con métodos tradicionales, se ocupó de transmitir sólo formalismos (por ejemplo, [27]). Estos métodos fueron cuestionados a fines de la década de 1960, en Norteamérica, por un movimiento que dio origen a la lógica informal como disciplina. Lo que cuestionaban los estudiantes era que las fórmulas lógicas que aprendían no eran útiles para interpretar los argumentos de la vida cotidiana, a raíz de lo cual se incluyeron, en las universidades, ejemplos de argumentos de la vida real tomados de los medios de comunicación, por ejemplo, [28], [29], [30]. Un ejemplo más reciente es el de Arthur [31]. Los argumentos ilustrativos de la lógica informal cumplieron un objetivo pedagógico de mejorar la comprensión dentro de un dominio temático y derivaron en la teoría de la argumentación, sin extenderse a otras disciplinas, ya que no se realizaron estudios empíricos que midieran el grado de transferencia de las reglas adquiridas a contextos disímiles.

Las teorías del razonamiento analógico [32] a diferencia del situacionismo [26], admiten el aprendizaje inductivo a partir de las situaciones reales, pero sin abandonar su compromiso con una hipótesis sobre los mecanismos de la memoria. Por ello se la considera una posición teórica ideal para abordar la etapa de aprendizaje intermedio entre la sintaxis y la aplicación de reglas, cuando los alumnos, frente a situaciones concretas, deben aprender a captar esquemas. Para lograr esa captación, la cuestión fundamental a resolver es, una vez familiarizados los alumnos con un dominio temático ¿cómo transferir su conocimiento a otros dominios?

1.3. Relación entre ejemplos y transferencia

La provisión de ejemplos ilustrativos es una de las técnicas más utilizadas para contextualizar los conceptos abstractos. Existe evidencia de que cuando las definiciones abstractas van acompañadas de ejemplos ilustrativos puede mejorar significativamente el aprendizaje de conceptos [33], [34], la comprensión [35] y el interés [36] (ver [37] para una revisión). Aunque generalmente estos ejemplos suelen ser suministrados por el docente en clase o por los autores en los libros de texto, es sabido que los estudiantes logran una mayor autonomía cuando ellos mismos inventan sus propios ejemplos. La *generación* de ejemplos ha sido documentada como una técnica muy utilizada por los estudiantes para estudiar [38, 39]. Por otra parte, también se ha demostrado la efectividad de las *auto explicaciones*, esto es, que los estudiantes se expliquen a sí mismos lo que desean comprender [40].

Es de suponer que los ejemplos *generados* (inventados por los mismos alumnos), podrían ser más efectivos que los recibidos pasivamente, ya que permiten conectar los nuevos conceptos con sus conocimientos previos. En

principio, se ha mostrado que esta técnica es útil a la transferencia, en tanto aplicación de un conocimiento a otros contextos [21]. Sin embargo, Hamilton ha contrastado la *recepción* de ejemplos vs. la *generación* de ejemplos, observando un mejor rendimiento de aquellos alumnos que generaron sus propios ejemplos en las pruebas de resolución de problemas, pero ninguna diferencia significativa en las pruebas de recuerdo del concepto [41]. En estudios posteriores, no halló diferencia entre la generación o la recepción de ejemplos [42], [43], [44], [45]. Resulta llamativo que la recepción de ejemplos por parte de los docentes se haya mostrado más efectiva que una serie de intervenciones tendientes a promover un rol más activo por parte de los estudiantes [46], [47]. Al parecer, los alumnos invierten un gran esfuerzo en la generación de ejemplos y sus resultados no son tan efectivos debido a una falta de precisión de los ejemplos generados. Encontrar ejemplos implica conocer la regla subyacente, pero la regla se comprende mejor con ejemplos. Dicha circularidad podría romperse proveyendo al estudiante un número mínimo de ejemplos para asegurar la comprensión y solicitándole que aporte más ejemplos para promover la transferencia. Una forma probada de acelerar la generalización es realizar procesos de comparación entre ejemplos de un mismo concepto.

1.4. Generalización por comparación de ejemplos

Los procesos de comparación son fundamentales para el desarrollo del pensamiento relacional abstracto y para el aprendizaje de reglas, tanto durante el desarrollo como en la edad adulta [48], [49]. Pero no siempre es fácil descubrir que dos situaciones encierran la misma regla, porque su estructura relacional no es visible, en especial si los aspectos superficiales se interponen. La similitud de reglas, en tanto similitud de relaciones, es más difícil de hallar que la similitud de objetos [50].

Como se mencionó al principio, las reglas de disyunción o conjunción aisladas pueden ser conocidas, pero en ocasiones, no se logran identificar en un contexto nuevo o más complejo. Como solución al problema de identificar relaciones comunes entre dos situaciones se ha propuesto la teoría del mapeo estructural [32]. Cuando los estudiantes pueden alinear dos eventos, es más probable que noten la estructura relacional común sin dejarse llevar por las similitudes superficiales.

Gick y Holyoak [51], hipotizaron que cualquier manipulación que facilite la abstracción de un esquema relacional aumentaría la transferencia analógica, e investigaron la inducción de un esquema derivado de la comparación de dos ejemplos de situaciones análogas. Algunos participantes recibieron una única situación, mientras que otros recibieron dos situaciones análogas estructuralmente y se les pidió que las comparen. El 45% de los participantes que realizaron la comparación lograron una abstracción del esquema situacional con respecto a sólo un 21% de los participantes que sólo

vieron un ejemplo de situación. Catrambone y Holyoak [52] replicaron los resultados presentando dos ejemplos a los participantes pero sin la instrucción de compararlos, obteniendo pobres resultados. De lo que se dedujo que la promoción de la transferencia se había logrado durante la tarea de comparación, no por el agregado de un ejemplo más (dos ejemplos en vez de uno).

La comparación de ejemplos análogos, especialmente la comparación guiada de dos situaciones en las cuales subyace un mismo principio, puede promover la abstracción y la generalización a nuevas situaciones, como pudo comprobarse en diversos campos disciplinares [53], [54], [55], [56], [57], [58], [59].

En este trabajo hipotizamos que, al cabo de una ejercitación contextualizada mediante ejemplos recibidos los estudiantes estarán predispuestos a imaginar situaciones dentro del mismo dominio (tema) y podrán generar nuevos ejemplos dentro de ese dominio pero les será difícil generar ejemplos en dominios distantes. En cambio, si efectúan procesos de comparación y elaboración del principio común a ambas situaciones, los participantes podrían elaborar ejemplos con una mayor flexibilidad, más adaptables o aplicables a situaciones diversas.

2. Experimentos

Si bien se sabe que un único ejemplo, contextualizado en situaciones familiares bien conocidas, puede mejorar la comprensión de la aplicación de la lógica proposicional, la pregunta básica es: al cabo de leer un ejemplo proporcionado por el docente, los alumnos pueden pensar en otras situaciones para el mismo concepto, o limitan su aplicación del concepto a ese mismo dominio temático? Habíamos observado previamente que, cuando los ejemplos recibidos pertenecen a un mismo dominio temático, parecían limitarse las posibilidades creativas de los alumnos, que tendían a proponer ejemplos del mismo dominio, aunque se les solicite cambiar de situación. Una alternativa intuitiva es brindar ejemplos en dominios distantes, pero ¿cuántos ejemplos y cuánta distancia entre dominios? Investigaciones provenientes del ámbito del razonamiento analógico sugieren que el problema no es el número de ejemplos, ya que las personas raramente extraen invariantes a partir de ejemplos análogos [53]. Aparentemente, presentar ejemplos temáticamente variados, no garantiza que los alumnos hagan una comparación espontánea entre ejemplos y generalicen. En línea con los resultados mencionados, estudios recientes Zhang [60] han observado que al recibir un nuevo ejemplo de un concepto, los participantes raramente recuerdan el ejemplo anterior de dicho concepto. Es decir, las personas tienden a conservar nítidamente los contextos inmediatos y a perder la información contextual previa.

2.1. Experimento 1

El objetivo fue evaluar el efecto producido por la recepción de ejemplos en la posterior generación de ejemplos. Nos preguntamos qué tipo de ejemplos de conectivas de disyunción y conjunción (intra o inter dominio) los estudiantes son capaces de imaginar, luego de haber leído y resuelto un problema en un dominio específico. Hipotetizamos que al pedir a los estudiantes que generen ejemplos de modelización con conectivas, pondrán variaciones dentro del mismo dominio.

2.1.1. Método

2.1.1.1. Participantes

Veinticuatro estudiantes de primer año de Ingeniería en Sistemas de Información de una universidad de Rosario, Argentina (edad M=19, 6 mujeres, 18 hombres) participaron en forma voluntaria en el experimento.

2.1.1.2. Procedimiento y materiales

Los participantes son ingresantes a la carrera, están cursando una asignatura introductoria a la programación, en cuyo temario está incluido un repaso de reglas de lógica proposicional. Es decir, conocen las reglas a nivel sintáctico, y van a comenzar a aplicarlas en ejemplos cuando realicen sus primeros ejercicios de programación. Hasta el momento se han dado ejercicios de inicialización de variables, ingreso de datos y asignación, pero no se han utilizado estructuras de control (cuyas condiciones contienen expresiones booleanas).

El ejemplo de situación se diseñó en base un tema familiar, que consistió en un fragmento de un capítulo de una serie televisiva seguida por la mayoría de los estudiantes (Figura 1) de 1:42 minutos de duración (<https://www.youtube.com/watch?v=Wduqd6oX7XI>).¹



Figura 1. Proyección de serie televisiva

En el fragmento de video, se presenta un problema que puede ser modelizado mediante disyunciones y conjunciones. Éstas son analizadas en un texto narrativo que se entrega a los estudiantes (Figura 2).

Sheldon y sus amigos no logran resolver un problema. Planean ver una película en el cine luego de cenar. Pueden elegir entre varios cines en la ciudad y varios restaurantes. Pero las pretensiones de Sheldon son demasiado exigentes comparadas con las de sus amigos. Para que un cine y un restaurant sean aprobados por Sheldon, deben cumplir estrictamente con determinadas condiciones. El cine debe vender *regaliz negro* y tener *máquinas de granizado*. El restaurant debe estar *cerca del cine* para cenar antes de ver la peli.

Sus amigos intentan convencerlo de opciones más flexibles, como aceptar la ausencia de *granizados* a cambio de *batidos* o valorar los *asientos reclinables*, por ejemplo. Pero Sheldon no tolera que no se cumplan cada una de las condiciones establecidas.

- A. El *regaliz* debe ser *negro*
- B. Las *máquinas* deben ser de *granizado* (o, lo que es lo mismo, el *helado* debe ser *granizado* y no *batido*)
- C. El *restaurant* debe ser *cercano* al cine

Figura 2. Fragmento del texto narrativo entregado

En el texto, la situación narrada también se representa mediante tablas de verdad (Figura 3), y líneas de pseudocódigo (Figura 4). Cada proposición representa una de las condiciones que impone cada miembro del grupo para ir al cine. De modo tal que para lograr su objetivo grupal deben cumplirse todas, es decir, deben estar los cuatro amigos de acuerdo.

p simboliza "El cine es aprobado por Leonard".
q simboliza "El cine es aprobado por Rajesh".
r simboliza "El cine es aprobado por Howard".
s simboliza "El cine es aprobado por Sheldon".
x simboliza "El cine es aprobado por los cuatro".
 Si se cumplen $p \wedge q \wedge r \wedge s$ se cumple *x*.
 (donde *x* sería una conclusión).

Tabla de verdad de situaciones posibles.

Situación ideal. Los cuatro de acuerdo	<i>p</i>	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>x</i>
	V	V	V	V	V
	V	V	V	F	F
	V	V	F	V	F
	V	V	F	F	F
	V	F	V	V	F
	V	F	V	F	F
	V	F	F	V	F
	V	F	F	F	F
	F	V	V	V	F
	F	V	V	F	F
	F	V	F	V	F
	F	V	F	F	F
	F	F	V	V	F
	F	F	V	F	F
	F	F	F	V	F
	F	F	F	F	F

Figura 3. Tabla de verdad de la situación

SI golosina = 'regaliz_negro' AND helado = 'batido' AND restaurant = 'rest_4' AND cine = 'cine_3' AND distancia = 'cerca' 4 ENTONCES s = V	SI (sonido='surround' OR sonido='stereo') ENTONCES p = V
--	--

Figura 4. Condiciones en pseudocódigo

Las conectivas están organizadas de modo que coinciden con ciertos esquemas de comportamiento propios de los personajes. Por ejemplo, las pretensiones exageradas de Sheldon, se expresan mediante una conjunción en la que

todas las condiciones deben cumplirse sin excepción (Figura 4, izquierda). En cambio, sus amigos son más flexibles, y presentan alternativas, es decir, admiten disyunciones no excluyentes (Figura 4, derecha).

Los participantes dispusieron de 40 minutos para leer el texto y completar las tablas. El docente respondió de manera oral grupal algunas preguntas que hicieron dos alumnos respecto de la consigna, pero se les solicitó que realizaran el ejercicio individualmente. La última consigna de la ejercitación, solicitaba a los participantes que imaginaran "una situación distinta en la cual también se utilicen reglas de conjunción y disyunción".

2.1.1.3. Resultados

Si bien de los 24 alumnos sólo 12 completaron totalmente los renglones de las tablas de verdad (otros tuvieron entre 1 y 2 renglones incompletos), no tuvieron dificultad para identificar en la situación presentada cuáles eran las disyunciones y conjunciones, ya que pudieron generar ejemplos. En la consigna final, en línea con nuestras suposiciones previas, la totalidad de los alumnos propuso como ejemplo alguna situación familiar o con amigos en la cual había una discusión sobre un lugar al cual asistir, sea este un sitio para vacacionar, un *restaurant*, un cine, etc. Los alumnos tendían a pensar en situaciones similares. Esto no prueba la imposibilidad de transferir, sólo que hay una dificultad para "despegarse" de la situación reciente en la cual la regla se aplicó. Podemos afirmar que efectivamente, la reglas y sus proposiciones se comprendieron perfectamente, y que contextualizar fue muy útil para facilitar la comprensión de un tema abstracto, pero dudamos acerca de si esta facilidad para descubrir las conectivas y proposiciones que subyacen al contexto se activará en cualquier situación o sólo en situaciones similares. Con lo cual, la siguiente pregunta es qué sucedería al suministrar más de un ejemplo.

2.2. Experimento 2

Basándonos en [34], [35], [37] nos preguntamos si suministrar dos ejemplos pertenecientes a dominios distantes, sería suficiente para inducir una mayor generalización o si, en cambio, se necesitan instrucciones de comparación explícitas, así como instrucciones de extracción del principio subyacente para promover la generalización posibilitando la generación de ejemplos más variados y precisos, venciendo la tendencia habitual a quedar "pegados" a un mismo tema.

2.2.1. Método

2.2.1.1. Participantes

Cuarenta y seis estudiantes de primer año de Ingeniería en Sistemas de Información de una universidad de Rosario, Argentina (edad M=18,82, 14 mujeres, 32 hombres) participaron en forma voluntaria en el experimento.

2.2.1.2. Procedimiento y materiales

Los participantes pertenecían a la misma carrera, pero ninguno de ellos participó en el experimento anterior. Fueron asignados a dos condiciones, 23 participantes en cada grupo. En ambas condiciones se reciben dos ejemplos, pero sólo en una se reciben, además de los ejemplos, instrucciones de comparación guiada. Los dos ejemplos fueron *el problema de Sheldon* (el mismo del experimento 1), y a continuación *el problema de los colores*. Este problema trata sobre una máquina que debe fabricar distintos tonos de pintura, y lo hace mezclando colores básicos. Para las mezclas hay opciones, si se termina el *verde* puede usarse *amarillo* y *azul*, por eso hay disyunciones y conjunciones. Ambos problemas se diferencian en que se aplican a dominios distantes (dominios temáticos muy diferentes). En el problema de Sheldon, las disyuntivas tratan sobre acciones que deben tomar las personas en base a condiciones, por ejemplo, si tienen batidos en el cine o si los asientos son reclinables el cine es aprobado. En cambio, en el segundo ejemplo, la combinación de propiedades de objeto da como resultado otro objeto, y esto se aplica a un contexto de fabricación de productos (pintura). Por ejemplo, el color *verde* se forma con *amarillo* y *azul*, el color *violeta* con *rojo* y *azul*, el color *verde agua* se puede formar combinando un *verde básico* con *blanco* o bien combinando *azul*, *amarillo* y *blanco*. El *lila* se puede formar con *violeta* y *blanco*, o bien combinando *azul*, *rojo* y *blanco* (Figura 5).

$(\text{azul} \wedge \text{amarillo}) \Rightarrow \text{verde}$ $(\text{azul} \wedge \text{rojo}) \Rightarrow \text{violeta}$ $(\text{verde} \wedge \text{blanco}) \vee (\text{azul} \wedge \text{amarillo} \wedge \text{blanco}) \Rightarrow \text{verde agua}$ $(\text{violeta} \wedge \text{blanco}) \vee (\text{azul} \wedge \text{rojo} \wedge \text{blanco}) \Rightarrow \text{lila}$
--

Figura 5. Conectivas para la combinación de colores

Algunas conjunciones pueden indicar tendencia si al aumentar el número de variables aumenta cierto valor. En este caso, cuanto mayor es el número de colores combinados (exceptuando el blanco, que no se considera color) mayor es la proximidad con el negro. Ese esquema es comparable con el del aumento del malestar en el grupo amigos a medida que Sheldon agrega restricciones (Figura 6). Cuanto mayor es el número de restricciones más difícil es conformar a Sheldon.

Ejemplo 1	Ejemplo 2
$(\text{regaliz_negro} \wedge \text{helado_granizado} \wedge$ $\wedge \text{restaurant_cerca_cine} \wedge$ $\wedge \text{cenar_a_horario})$ $\Rightarrow \text{Sheldon acepta}$	$(\text{rojo} \wedge \text{verde} \wedge \text{naranja} \wedge$ $\wedge \text{azul} \wedge \text{violeta} \wedge \text{gris})$ $\Rightarrow \text{marrón o negro}$

Figura 6. Comparación de esquemas de conjunción en ambos ejemplos

Los participantes recibieron dos ejercitaciones, una a continuación de la otra y la indicación de no pasar a la segunda ejercitación hasta no haber terminado la primera.

Los participantes en la condición de *Comparación*, recibieron las mismas indicaciones, y los mismos

ejemplos, pero se agregaron instrucciones de comparación. Estas instrucciones apuntan a encontrar el principio común o esquema de cualquier proposición conjuntiva o disyuntiva (por ejemplo: "Compara ambas situaciones (...), ¿Cómo se usa la disyunción (p y q) en cada una de las situaciones?" (Figura 7).

<p>1. "Compara ambas situaciones, el problema de Sheldon y el problema de los colores observando las conjunciones (p ∧ q) ¿en qué se parecen las siguientes proposiciones:</p> <p>a. "Si se combinan amarillo ∧ azul ∧ blanco se obtiene <i>verde agua</i>"</p> <p>b. "Si el <i>regaliz es negro</i> ∧ las máquinas son de granizado ∧ el restaurant está cerca, Sheldon acepta ir".</p> <p>Entonces ¿Cómo definirías una conjunción?</p>	<p>2. "Compara ambas situaciones observando las disyunciones (p ∨ q) ¿en qué se parecen las siguientes proposiciones:</p> <p>a. "Si se combinan (violeta ∧ blanco) ∨ (azul ∧ rojo ∧ blanco), se obtiene <i>lila</i>"</p> <p>b. "Si el (sonido es <i>stéreo</i>) ∨ (el sonido es <i>surround</i>), Leonard acepta el cine"</p> <p>Entonces ¿Cómo definirías una disyunción?</p>
---	--

Figura 7. Instrucciones de comparación en Ejemplo 2

Todos dispusieron de 45 minutos para realizarlas. Al finalizar el ejercicio se solicitó a los participantes de ambos grupos que imaginaran otros ejemplos de situaciones diversas donde se utilizaran conectivas de disyunción y de conjunción y las escribieran en una hoja aparte.

2.2.1.3. Resultados

Los participantes en la condición *sólo ejemplos*, propusieron ejemplos pertenecientes al mismo dominio de ambos ejemplos vistos, por ejemplo, situaciones de toma de decisión en las que uno de los miembros está en desacuerdo, situaciones en las que las personas no logran llegar a una conclusión, situaciones donde se combinan sustancias como productos químicos y se obtiene un tercer producto, combinación de ingredientes para obtener sabores de comidas, combinaciones de colores de lápices (en vez de pinturas), es decir, dentro de los mismos temas que se habían suministrado, los estudiantes, en el tiempo asignado, lograron idear ejemplos variando los elementos concretos pero manteniéndose dentro de los límites de los contextos de las situaciones exploradas.

Dentro de los participantes en la condición de *comparación*, un 47,8% (11 alumnos) lograron responder las preguntas de comparación señalando un principio abstracto común y correcto para cada conectiva lógica. Por ejemplo, la pregunta *¿cómo definirías una conjunción?* fue respondida como *"una oración/frase/proposición en la que todas las condiciones/opciones se deben cumplir"* y la pregunta *"¿cómo definirías una disyunción?"* fue respondida como *"una oración/frase/proposición en la que se cumple una condición/opción/alternativa o la otra"* (no se hizo distinción entre disyunción inclusiva o exclusiva) mientras que el 52,1% (12 alumnos) fue más impreciso y ceñido al contexto en ambas preguntas. La pregunta *¿cómo definirías una conjunción?* fue respondida como *"cuando todos los colores se necesitan para formar otro"*, *"Es cuando se pretende tener todo"* (refiere a las pretensiones de Sheldon), *"conjunción es unir todo"*, *"conjunción es que todos los elementos estén juntos"*; y la pregunta *"¿cómo definirías una disyunción?"* fue respondida como

"una separación", "una separación de elementos", "una separación de condiciones", "poder elegir entre varios elementos", "cuando le da lo mismo ir a un lugar o al otro" (refiere al primer problema). Interpretamos que se trata de una dificultad de los participantes para expresar dos contenidos concretos según su principio común, es decir, dificultad para abstraer. Como nos interesa saber si los participantes que logran abstraer producen ejemplos más generales (no limitados al dominio), hemos de notar que, aunque sólo el 47,8% (11 de 23) logró expresar las conjunciones y disyunciones como conceptos abstractos, el 81,8% (9 de 11) de ese grupo propuso ejemplos pertenecientes a dominios más distantes que los explorados en las actividades. A pesar de que son sólo 9 alumnos entre 23, la diferencia entre el grupo que realizó comparaciones y el grupo que sólo observó los ejemplos, llega a ser significativa (empleando el estadístico chi-cuadrado con un nivel de significancia $p = .005$): $\chi^2(1, N = 46) = 8,256, p < 0,005$. Esto se debe al bajo número de alumnos (cero) que lograron dar ejemplos genéricos en el grupo *sólo ejemplos* (gráfico 1).

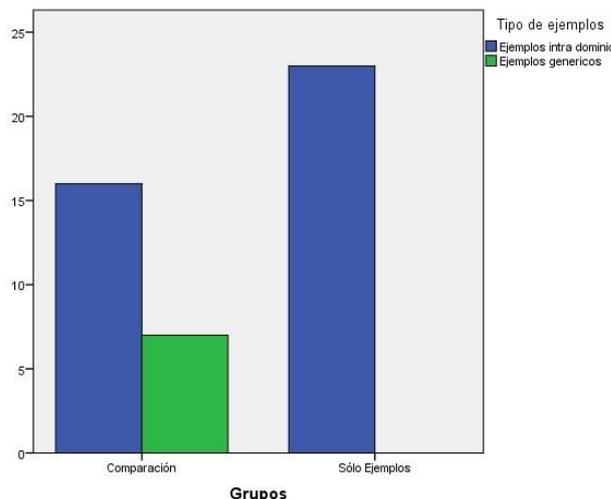


Gráfico 1. Tipos de ejemplos propuestos por ambos grupos

Nótese que en el experimento anterior, de un único ejemplo recibido, ningún alumno propuso ejemplos fuera del dominio trabajado. En este segundo estudio se pudo incluso advertir, en algunos casos, hasta una sutil concordancia entre el significado las palabras generalizadoras utilizadas en la definición y el de las palabras utilizadas en el ejemplo. Esto sugiere que los participantes, en el mismo proceso de abstracción en la búsqueda de una definición adecuada, están ya evocando ejemplos distantes. Por ejemplo, un alumno que definió la disyunción como *"una proposición en la que se opta por una alternativa o la otra"* propuso el siguiente ejemplo *"...llegamos al final del sendero y se bifurcaba en dos caminos alternativos, teníamos que optar por uno o por el otro"*. En otro caso, se utilizó la palabra "opciones" y el ejemplo dado fue sobre la cartilla del menú en un *restaurant*. La mayoría de los ejemplos propuestos por los estudiantes que lograron generalizar no estaban expresados en un lenguaje demasiado específico ni referían a objetos concretos, por ejemplo "las distintas

opciones de carreras que uno puede seguir al iniciar la universidad", "las diferentes opciones de vida según se viva en la ciudad o en lugares apartados", "la opción de cursar todas las materias o hacer algunas y dejar otras para el año siguiente", "los medios de transporte".

Conclusiones

No es una novedad que los alumnos, en cualquier área temática de aprendizaje, se benefician al establecer relaciones entre los contenidos abstractos y las situaciones concretas del mundo para otorgarles sentido y aumentar su motivación, especialmente en carreras tan exigentes como las computacionales, en las que abundan contenidos abstractos. En este trabajo, hemos mostrado ejemplos de contextualización en la etapa intermedia entre los contenidos de lógica proposicional y el comienzo de las actividades de programación. Si bien podría considerarse un aporte la estimulación de la atención y la motivación del alumnado en una temática de difícil acceso, no nos ocupamos de documentar el nivel de motivación. En su lugar, pusimos a prueba las posibilidades de transferencia, basándonos en la facilidad con que los alumnos pudieran generar ejemplos propios con posterioridad a la recepción pasiva de ejemplos.

La provisión de ejemplos es una de las técnicas más utilizadas para contextualizar conceptos abstractos. Sin embargo, cuando además de la comprensión y la motivación, el objetivo del aprendizaje es la transferencia a otras situaciones en contextos distantes, los resultados de la contextualización son variables. Hemos constatado que, al cabo de una ejercitación en lógica proposicional ilustrada con ejemplos concretos y familiares, si se pide a los estudiantes dar otros ejemplos de utilización de disyunciones y conjunciones, están más predispuestos a imaginar situaciones dentro del mismo dominio (tema), pero no situaciones en dominios distantes. Si se proveen dos ejemplos en vez de un único ejemplo, sin pedirles que reflexionen sobre los puntos en común, las situaciones imaginadas por los alumnos se mantienen dentro de los contextos recientemente recibidos. En cambio, si se les pide reflexionar acerca del principio común que subyace a todas las conjunciones y disyunciones, un 81,8% de los alumnos que lograron abstraer dicho principio general, logra también proponer ejemplos menos ceñidos a los contextos concretos, lo que parece indicar, una mayor predisposición para la transferencia. Inferimos que la comparación guiada de situaciones en las cuales subyacen las mismas reglas que se buscan enseñar, y la reflexión acerca del principio común en ejemplos análogos comparados, aumenta la abstracción cognitiva y la posibilidad de transferencia a nuevas situaciones en las que deben modelizarse conectivas lógicas.

Los expertos logran generalizar luego de innumerables experiencias que surgen azarosamente durante su vida académica y profesional. En línea con investigaciones previas en otros campos disciplinares, sugerimos que es posible acelerar el proceso de generalización no esperando

del azar lo que puede ser ofrecido sistemáticamente: la introducción de comparaciones entre ejemplos análogos. Esta afirmación podría ponerse a prueba en futuros experimentos, por ejemplo, sobre situaciones problemáticas más complejas en la construcción de algoritmos y con un número mayor de participantes.

Agradecimientos

El relevamiento de datos pudo realizarse gracias a la colaboración de profesores de programación, ayudantes de trabajos prácticos y, especialmente, por la motivación por el aprendizaje y la buena voluntad de alumnos ingresantes.

El autor agradece muy especialmente el trabajo sumamente exhaustivo y las importantes sugerencias de los revisores para la estructuración de la versión final.

Notas

¹A partir de dicho fragmento se realizaron dos investigaciones, una de ellas, en revisión, está focalizada en la falsación de hipótesis.

Referencias

- [1] G. Boole, *An Investigation of the Laws of Thought: On which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*. Walton and Maberly, 1854.
- [2] G. Boole, *The Mathematical Analysis of Logic*. Philosophical Library, 1847.
- [3] B. Inhelder and J. Piaget, *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence: An Essay on the Construction of Formal Operational Structures*. Psychology Press, 1958.
- [4] B. Inhelder and J. Piaget, *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent. [From the logic of the child to the logic of the adolescent.]*. 75006 Paris, France: Presses Universitaires de France, 1955, p. 314.
- [5] P. C. Wason, "Reasoning about a Rule," *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 20, no. 3, pp. 273-281, ago. 1968. doi: <https://doi.org/10.1080/14640746808400161>.
- [6] P. W. Cheng and K. J. Holyoak, "Pragmatic reasoning schemas," *Cognitive Psychology*, vol. 17, no. 4, pp. 391-416, oct. 1985. doi: [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(85\)90014-3](https://doi.org/10.1016/0010-0285(85)90014-3).
- [7] P. W. Cheng, K. J. Holyoak, R. E. Nisbett and L. M. Oliver, "Pragmatic versus syntactic approaches to training deductive reasoning," *Cognitive Psychology*, vol. 18, no. 3, pp. 293-328, jul. 1986. doi: [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(86\)90002-2](https://doi.org/10.1016/0010-0285(86)90002-2).

- [8] L. Cosmides, "Deduction or Darwinian Algorithms? An Explanation of the "Elusive" Content Effect on the Wason Selection Task," ene., 1985.
- [9] L. Cosmides, "The Logic of Social Exchange: Has Natural Selection Shaped How Humans Reason?," *Cognition*, vol. 31, pp. 187-276, may 1989. doi: [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(89\)90023-1](https://doi.org/10.1016/0010-0277(89)90023-1).
- [10] L. Cosmides and J. Tooby, "Evolutionary psychology and the generation of culture, part II: Case study: A computational theory of social exchange," *Ethology and Sociobiology*, vol. 10, no. 1, pp. 51-97, ene., 1989. doi: [https://doi.org/10.1016/0162-3095\(89\)90013-7](https://doi.org/10.1016/0162-3095(89)90013-7).
- [11] J. S. B. T. Evans, "Theories of Human Reasoning: The Fragmented State of the Art," *Theory & Psychology*, vol. 1, no. 1, pp. 83-105, feb., 1991. doi: <https://doi.org/10.1177/0959354391011006>.
- [12] J. S. B. T. Evans, "Bias and rationality," in *Rationality: Psychological and philosophical perspectives*, Florence, KY, US: Taylor & Francis/Routledge, 1993, pp. 6-30.
- [13] P. N. Johnson-Laird, *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Harvard University Press, 1983.
- [14] P. N. Johnson-Laird and R. M. J. Byrne, *Deduction*. Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 1991, pp. xii, p. 243.
- [15] D. Kahneman, S. P. Slovic, P. Slovic, A. Tversky and C. U. Press, *Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Cambridge University Press, 1982.
- [16] D. E. Over, "New paradigm psychology of reasoning," *Thinking & Reasoning*, vol. 15, no. 4, pp. 431-438, nov., 2009. doi: <https://doi.org/10.1080/13546780903266188>.
- [17] I. Douven, S. Elqayam, H. Singmann and J. van Wijnbergen-Huitink, "Conditionals and inferential connections: A hypothetical inferential theory," *Cognitive Psychology*, vol. 101, pp. 50-81, mar., 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2017.09.002>.
- [18] I. Douven, S. Elqayam, H. Singmann and J. van Wijnbergen-Huitink, "Conditionals and inferential connections: toward a new semantics," *Thinking & Reasoning*, vol. 26, no. 3, pp. 311-351, jul., 2020. doi: <https://doi.org/10.1080/13546783.2019.1619623>.
- [19] S. Elqayam and D. E. Over, "New paradigm psychology of reasoning: An introduction to the special issue edited by Elqayam, Bonnefon, and Over," *Thinking & Reasoning*, vol. 19, no. 3-4, pp. 249-265, sep., 2013, doi: <https://doi.org/10.1080/13546783.2013.841591>.
- [20] P. C. Wason, "The theory of formal operations-A critique," in *Piaget and knowing: Studies in genetic epistemology*, 1977, pp. 119-35.
- [21] S. M. Barnett and S. J. Ceci, "When and where do we apply what we learn?: A taxonomy for far transfer," *Psychological Bulletin*, vol. 128, no. 4, pp. 612-637, 2002. doi: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.128.4.612>.
- [22] A. N. Whitehead, *The aims of education and other essays*. New York, NY, US: MacMillan, 1929.
- [23] J. Lave, *Cognition in Practice: Mind, Mathematics and Culture in Everyday Life*. Cambridge University Press, 1988.
- [24] J. Lave and E. Wenger, *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York, NY, US: Cambridge University Press, 1991, p. 138.
- [25] S. B. Day, B. A. Motz and R. L. Goldstone, "The Cognitive Costs of Context: The Effects of Concreteness and Immersiveness in Instructional Examples," *Front. Psychol.*, vol. 6, 2015. doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01876>.
- [26] R. L. Goldstone and Y. Sakamoto, "The transfer of abstract principles governing complex adaptive systems," *Cognitive Psychology*, vol. 46, no. 4, pp. 414-466, jun., 2003. doi: [https://doi.org/10.1016/S0010-0285\(02\)00519-4](https://doi.org/10.1016/S0010-0285(02)00519-4).
- [27] I. M. Copi, *Introduction to Logic*. Pearson/Prentice Hall, 1953.
- [28] F. R. Harrison, *Deductive Logic and Descriptive Language*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1969.
- [29] H. Pospesel, *Arguments: Deductive Logic Exercises*. Englewood Cliffs, N.J, 1978.
- [30] H. Pospesel, *Introduction to Logic: Propositional Logic, Revised Edition*. Upper Saddle River, N.J, 1999.
- [31] R. T. W. Arthur, *Natural Deduction: An Introduction to Logic with Real Arguments, a Little History and Some Humour*. Broadview Press, 2011.
- [32] D. Gentner, "Structure-mapping: A theoretical framework for analogy," *Cognitive Science*, vol. 7, no. 2, pp. 155-170, abr., 1983. doi: [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(83\)80009-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(83)80009-3).
- [33] M. D. Merrill, R. D. Tennyson and L. O. Posey, *Teaching Concepts: An Instructional Design Guide*. Englewood Cliffs: Educational Technology Publications, 1977.
- [34] K. A. Rawson, R. C. Thomas y L. L. Jacoby, "The Power of Examples: Illustrative Examples Enhance Conceptual Learning of Declarative Concepts," *Educ Psychol Rev*, vol. 27, no. 3, pp. 483-504, sep., 2015, doi: <https://doi.org/10.1007/s10648-014-9273-3>.
- [35] A. E. Rivet y J. S. Krajcik, "Contextualizing instruction: Leveraging students' prior knowledge and experiences to foster understanding of middle school science," *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 45, no. 1, pp. 79-100, 2008. doi: <https://doi.org/10.1002/tea.20203>.
- [36] M. Sadoski, E. T. Goetz and J. B. Fritz, "Impact of concreteness on comprehensibility, interest, and memory

- for text: Implications for dual coding theory and text design," *Journal of Educational Psychology*, vol. 85, no. 2, pp. 291-304, 1993. doi: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.2.291>.
- [37] A. M. Ali, "The use of positive and negative examples during instruction," *Journal of Instructional Development*, vol. 5, no. 1, pp. 2-7, sep., 1981, doi: <https://doi.org/10.1007/BF02905289>.
- [38] R. Gurung, "How Do Students Really Study (and Does It Matter)?," *Communication Education Communication Education Journal of Personality Teaching of Psychology Communication Quarterly Communication Education*, vol. 2, pp. 149-155, ene., 2002.
- [39] R. A. R. Gurung, J. Weidert, y A. Jeske, "Focusing on How Students Study," *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, vol. 10, no. 1, pp. 28-35, ene., 2010.
- [40] M. T. H. Chi, M. Bassok, M. W. Lewis, P. Reimann and R. Glaser, "Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems," *Cognitive Science*, vol. 13, no. 2, pp. 145-182, abr., 1989. doi: [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(89\)90002-5](https://doi.org/10.1016/0364-0213(89)90002-5).
- [41] R. Hamilton, "The Effects of Learner-Generated Elaborations on Concept Learning from Prose," *The Journal of Experimental Education*, vol. 57, no. 3, pp. 205-217, abr. 1989. doi: <https://doi.org/10.1080/00220973.1989.10806506>.
- [42] R. Hamilton, "The Effect of Elaboration on the Acquisition of Conceptual Problem-Solving Skills from Prose," *The Journal of Experimental Education*, vol. 59, no. 1, pp. 5-17, sep., 1990. doi: <https://doi.org/10.1080/00220973.1990.10806547>.
- [43] R. J. Hamilton, "Effects of Three Types of Elaboration on Learning Concepts from Text," *Contemporary Educational Psychology*, vol. 22, no. 3, pp. 299-318, jul., 1997. doi: <https://doi.org/10.1006/ceps.1997.0935>.
- [44] R. J. Hamilton, "The role of elaboration within a text processing and text adjunct context," *British Journal of Educational Psychology*, vol. 69, no. 3, pp. 363-376, 1999. doi: <https://doi.org/10.1348/000709999157770>.
- [45] R. J. Hamilton, "Material appropriate processing and elaboration: The impact of balanced and complementary types of processing on learning concepts from text," *British Journal of Educational Psychology*, vol. 74, no. 2, pp. 221-237, 2004. doi: <https://doi.org/10.1348/000709904773839851>.
- [46] A. Zarny and K. A. Rawson, "Which Technique is most Effective for Learning Declarative Concepts- Provided Examples, Generated Examples, or Both?," *Educ Psychol Rev*, vol. 30, no. 1, pp. 275-301, mar. 2018, doi: <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9396-9>.
- [47] A. Zarny, K. A. Rawson and J. Dunlosky, "How accurately can students evaluate the quality of self-generated examples of declarative concepts? Not well, and feedback does not help," *Learning and Instruction*, vol. 46, pp. 12-20, dic. 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.08.002>.
- [48] L. L. Namy and D. Gentner, "Making a silk purse out of two sow's ears: Young children's use of comparison in category learning," *Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 131, no. 1, pp. 5-15, 2002. doi: <https://doi.org/10.1037/0096-3445.131.1.5>.
- [49] D. Gentner and J. Medina, "Similarity and the development of rules," *Cognition*, vol. 65, no. 2, pp. 263-297, ene., 1998, doi: [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(98\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(98)00002-X).
- [50] S. Christie, "Multiple Exemplars of Relations," 2020, pp. 221-245.
- [51] M. L. Gick and K. J. Holyoak, "Schema induction and analogical transfer," *Cognitive Psychology*, vol. 15, no. 1, pp. 1-38, ene. 1983. doi: [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(83\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(83)90002-6).
- [52] R. Catrambone and K. J. Holyoak, "Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer," *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol. 15, no. 6, pp. 1147-1156, 1989. doi: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1147>.
- [53] J. Loewenstein, L. Thompson and D. Gentner, "Analogical Learning in Negotiation Teams: Comparing Cases Promotes Learning and Transfer," *AMLE*, vol. 2, no. 2, pp. 119-127, jun., 2003. doi: <https://doi.org/10.5465/amle.2003.9901663>.
- [54] D. Gentner, J. Loewenstein and L. Thompson, "Learning and transfer: A general role for analogical encoding," *Journal of Educational Psychology*, vol. 95, no. 2, pp. 393-408, 2003. doi: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.393>.
- [55] A. B. Markman, K. L. Wood, J. S. Linsey, J. T. Murphy and J. Laux, "Supporting innovation by promoting analogical reasoning," *Tools for innovation*, vol. 1, no. 9, pp. 85-104, 2009.
- [56] R. L. Goldstone and J. Y. Son, "The Transfer of Scientific Principles Using Concrete and Idealized Simulations," *Journal of the Learning Sciences*, vol. 14, no. 1, pp. 69-110, ene., 2005. doi: https://doi.org/10.1207/s15327809jls1401_4.
- [57] K. J. Kurtz y D. Gentner, "Detecting anomalous features in complex stimuli: The role of structured comparison," *Journal of Experimental Psychology: Applied*, vol. 19, no. 3, pp. 219-232, 2013. doi: <https://doi.org/10.1037/a0034395>.
- [58] M. Trench and R. A. Minervino, "Chapter One - Cracking the Problem of Inert Knowledge: Portable Strategies to Access Distant Analogs From Memory," in

Psychology of Learning and Motivation, vol. 66, B. H. Ross, Ed. Academic Press, 2017, pp. 1-41.

[59] M. Trench and R. A. Minervino, *Distant Connections: The Memory Basis of Creative Analogy*. Springer Nature, 2020.

[60] D. Zhang, "Reminders in Declarative Concept Learning," 2019, Accessed: Feb. 09, 2021. [Online]. Available:

<https://repository.arizona.edu/handle/10150/633146>.

Información de Contacto de la Autora:

Verónica D'Angelo

IRICE (CONICET/ UNR)

Rosario

Argentina

verodangelo71@gmail.com

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3170-4313>

Verónica D'Angelo

Docente e investigadora. Ing. en Sistemas Informáticos. Master en Psicología Cognitiva y Aprendizaje (FLACSO/Universidad Autónoma de Madrid). Doctorado en Psicología (en curso) Universidad Nacional de Córdoba.