

Análisis y Comprensión de Problemas
Curso de nivelación para ingresantes a carreras de
Ciencias e Ingeniería de la Computación

Sonia V. Rueda Alejandro J. García

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA COMPUTACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Introducción

Este trabajo describe el curso Análisis y Comprensión de Problemas que dicta el Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación desde el año 2002 para ingresantes a las carreras ofrecidas por dicha unidad académica. La propuesta se orienta a promover en los alumnos el desarrollo de actitudes, hábitos y formas de pensamiento que permitan mejorar la capacidad para resolver problemas. El diseño del curso se concentró fundamentalmente en dos aspectos: (1) Reconocer la necesidad de vincular los contenidos tradicionalmente circunscriptos a las clases de Lengua y Matemática con la resolución de problemas cercanos a la vida cotidiana. (2) Abordar la resolución de problemas como un proceso en el cual la interpretación del enunciado y la verificación de la solución resultan tan importantes como la selección de estrategias y su aplicación.

Es importante destacar que los aspectos cognitivos son sólo uno de los problemas que enfrenta los alumnos que acceden al nivel superior y dentro de ellos la resolución de problemas es también sólo una de las dificultades. Sin embargo, consideramos que los aportes que puedan hacerse a partir de la resolución de problemas son muy importantes, debido a la cantidad de áreas de conocimiento afectadas y su vinculación con otras capacidades como la comprensión y producción de textos.

El enfoque conceptual

Durante muchos años, el énfasis en la enseñanza estuvo puesto en transmitir conceptos y procedimientos algorítmicos cuyo significado con frecuencia no llegaba a comprenderse. Una visión alternativa consiste en considerar el aprendizaje como una construcción social que incluye conjeturas, pruebas y refutaciones y cuyos resultados serán analizados en un contexto social y cultural. La idea subyacente es que “saber” es “hacer” y el hacer es un proceso creativo y generativo. Los alumnos se comprometen con actividades que plantean situaciones problemáticas cuya resolución requiere analizar, descubrir, elaborar, hipótesis, confrontar, reflexionar, argumentar y comunicar ideas.

El término *resolución de problemas* ha tomado un gran auge en los últimos tiempos, creciendo su inclusión en planes de estudio de asignaturas como Matemática, Física, Química e Informática. Sin embargo, este término ha sido usado con diversos significados y acompañó a diferentes concepciones acerca de qué es la escuela, qué es enseñar y por qué debemos enseñar ciencias. Tampoco hay una interpretación única para la palabra *problema* y lo que para un autor puede constituir un problema, puede no serlo de acuerdo con la definición de otro. A continuación, presentamos algunas definiciones de autores reconocidos en el área y adoptamos el enfoque conceptual para los capítulos que siguen.

¿Qué es un problema?

En 1965, en su libro *Mathematical Discovery*, Polya indica que tener un *problema* significa “*buscar de forma conciente una acción apropiada para lograr un objetivo claramente concebido, pero no alcanzable en forma inmediata*” [Pol65].

Casi tres décadas después, Parra define un problema como “*una realidad incompleta, una pregunta que demanda una respuesta, una pulsión, una incitación a salir de un estado de desequilibrio a otro de equilibrio*”. Pero agrega también: “*un problema lo es en la medida en que el sujeto al que se le plantea (o que se plantea él mismo) dispone de los elementos para comprender la situación que el problema describe y no dispone de un sistema de respuestas totalmente constituido que le permita responder de manera inmediata*” [Par90].

En el área de Ciencias de la Computación, Newell y Simon elaboraron en 1972 un marco teórico y un programa que simulaba el proceso de resolución de problemas de un humano. Este aporte tuvo un impacto significativo en la evolución de la psicología cognoscitiva [New72]. En este contexto, “*un problema puede pensarse como una discrepancia entre un estado inicial y un estado final que constituye la meta a alcanzar*”. Esta concepción es central en Ciencias de la Computación, porque su evolución no ha sido producto de un

avance puramente tecnológico, sino que también está ligado a la descripción de los hechos y de los fenómenos de la mente y de la naturaleza, y la manera en que estos hechos y fenómenos se producen.

A partir de estas definiciones, el enfoque conceptual adoptado caracteriza un problema por tres elementos:

- **Aceptación:** El individuo o grupo acepta el problema como tal y se compromete con su resolución
- **Desafío:** No existe un procedimiento o método evidente que permita hallar la solución de manera directa.
- **Exploración:** El compromiso fuerza la exploración de nuevos procedimientos o métodos para atacar la resolución.

Un problema, ante todo, es problema para alguien. Los problemas no existen por sí mismos, aunque el que existan cuestiones sin respuesta "conocida" en una comunidad amplia, pueda sugerir que tales cuestiones constituyan problemas *per se*. Bajo esta concepción, un problema se distingue de un *ejercicio*. En un ejercicio, se busca encontrar una solución a una consigna aplicando una fórmula, un método o un algoritmo conocido. En un problema, en cambio, no resulta evidente el camino a seguir, ya que no se dispone *a priori* de una fórmula o método para aplicar. Además, puede haber caminos alternativos que permitan resolverlo.

En la práctica educativa, con frecuencia se considera problema a todo enunciado que requiera aplicar un contenido conceptual específico a una situación cercana a la realidad. Bajo la concepción adoptada en este curso, el enunciado debe presentar alguna forma de desafío para que consideremos que se trata de un problema. Aun cuando se relate una historia, si el alumno reconoce inmediatamente el algoritmo que debe utilizar, no habrá enfrentado un problema, sino un ejercicio de aplicación.

¿Qué significa un enfoque basado en resolución de problemas?

Desde la década del '80, la frase *resolución de problemas* se ha utilizado en educación con diferentes concepciones. Las siguientes son tres alternativas frecuentes, que corresponden a un *enfoque basado en la resolución de problemas*.

(a) Aprender desde la resolución de problemas implica abordar los contenidos conceptuales de una asignatura específica a partir de problemas, probablemente cercanos a la vida cotidiana, que constituyan de alguna manera un desafío. Esta alternativa es atractiva, motivadora y puede aplicarse en diferentes asignaturas, pero puede demandar una cantidad considerable de tiempo. Con frecuencia, se plantean ejercicios para practicar y reforzar los temas presentados. Algunos pueden estar especificados a través de un enunciado que describe una aplicación para el tema presentado. Sin embargo, si la resolución va a demandar únicamente interpretar el enunciado y aplicar el procedimiento que se acaba de presentar, desaparece parte de la dificultad que distingue, en el enfoque conceptual propuesto, los ejercicios de los problemas.

(b) Aprender sobre la resolución de problemas se refiere a aprender acerca de los procesos y estrategias cognoscitivos que aplicamos cuando estudiamos, resolvemos problemas o procesamos información. La intención es que los alumnos adquieran conciencia sobre sus procesos (percepción, atención, comprensión, memorización, comunicación) y sus estrategias cognoscitivas (ensayo, elaboración, organización, estudio), y desarrollen habilidades para controlarlos en forma consciente y deliberada. Esta concepción puede ser muy enriquecedora pero no siempre resulta motivadora para los alumnos de nivel Polimodal, que suelen considerarla demasiado abstracta y alejada de sus intereses.

(c) Aprender a resolver problemas es la alternativa que se aplica en asignaturas y talleres diseñados específicamente para que los alumnos adquieran destreza en la resolución de problemas de diferentes áreas. También es habitual que los profesores de asignaturas curriculares destinen algunas clases a proponer problemas diversos a sus alumnos o planteen problemas seleccionados a aquellos alumnos que completan las tareas curriculares en menos tiempo que sus compañeros. En general, se incluyen problemas de ingenio, enigmas, acertijos y problemas de aplicación real. Con frecuencia los alumnos logran alcanzar intuitivamente soluciones para las que quizá existen métodos formales que ellos todavía desconocen.

En esta última alternativa, los problemas deben constituir un desafío, pero al mismo tiempo deben ser una meta alcanzable. En términos del concepto de la *zona de desarrollo próximo* de Vigotsky, la dificultad debe ser algo superior a la zona de dominio o capacidad del alumno [Vig79]. Esta situación es extremadamente enriquecedora, pero encontrar la zona de desarrollo próximo de un grupo heterogéneo puede no ser sencillo. Una opción es que algunas de las actividades se planteen con diferentes grados de dificultad, de modo que puedan adaptarse a las competencias previas de los distintos miembros del grupo.

Muchos alumnos se sienten atraídos por este tipo de propuesta, pero con frecuencia estas clases tienen fuerte componente de entretenimiento que las hace atractivas, pero poco estructuradas y sin un objetivo preciso. Cuando los grupos son heterogéneos y las estrategias cognitivas muy diversas, resulta difícil mantener un nivel de participación uniforme. El riesgo es que la resolución quede muy ligada a las capacidades naturales de cada alumno, sin que efectivamente haya una contribución para aumentarlas.

Las tres alternativas anteriores tienen sus ventajas y sus limitaciones y no son excluyentes sino que pueden complementarse entre sí. Nuestra propuesta sigue fundamentalmente el tercer enfoque, aunque de alguna manera intenta tomar elementos de las tres concepciones.

En las materias específicas de programación de las carreras dictadas por el Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la UNS, el enfoque es el de enseñar a programar *desde* la resolución de problemas. Bajo esta concepción, el desarrollo de un *programa* puede pensarse como la construcción de un *modelo* de un problema real, escrito en una notación formal que pueda ser interpretada por una computadora. En este caso, la resolución de problemas es el recurso elegido para que los alumnos aprendan a programar, en el contexto de actividades motivadoras y cercanas a las aplicaciones reales [Rue89]. El mayor inconveniente de adoptar un enfoque basado en la resolución de problemas, cualquiera sea el área de conocimiento considerada, es que demanda una cantidad muy significativa de tiempo.

¿Qué factores que intervienen en el proceso de resolución de problemas?

Hasta el momento, no existe un marco explicativo completo acerca de cómo se aprende a resolver problemas. Desde las Ciencias de la Computación, Dijkstra [Dij65, Dij97] define la resolución de problemas como un proceso cognoscitivo complejo en el que se aplica el conocimiento almacenado en la memoria a corto y a largo plazo y que involucra factores de naturaleza cognoscitiva, afectiva y motivacional.

Dentro de las investigaciones vinculadas a la resolución de problemas matemáticos, el aporte de Polya [Pol45, Pol65] fue extendido por Schoenfeld [Sch83, Sch85], quien considera, no sólo las operaciones cognitivas involucradas en esta actividad, sino también las metacognitivas. Este último autor establece las siguientes cinco componentes fundamentales que determinan el comportamiento frente a la resolución de un problema. Las dificultades en la resolución de problemas se explican entonces a partir de las carencias de una o varias de estas componentes y pueden aplicarse a otras áreas de conocimiento.

El **conocimiento de base** se refiere a lo que *sabe* el individuo que enfrenta un problema. El conocimiento puede ser, por un lado, general o específico y, bajo otro punto de vista, puede ser formal, informal y hasta intuitivo. El conocimiento de base incluye los conceptos y los procedimientos que conforman los *recursos* para el proceso de resolución.

Las **estrategias heurísticas** son las operaciones mentales útiles en la resolución de problemas porque guían el comportamiento para progresar en la búsqueda de la solución. Entre las estrategias heurísticas más importantes, podemos citar la búsqueda de un problema relacionado, la elaboración de una representación gráfica, el razonamiento hacia atrás, etc.

La **metacognición** es el *control* sobre el conocimiento de base y las estrategias heurísticas aplicadas en una actividad intelectual. El control nos hace elaborar o seguir un plan, pero también descartarlo, revisarlo o abandonarlo cuando no logramos evolucionar a partir de él. El desarrollo de la metacognición es difícil, con frecuencia implica modificaciones de conducta que incluyen adquirir nuevos hábitos, pero también desaprender otros que resultan inapropiados.

Las **creencias** pueden considerarse la zona de transición entre aspectos cognitivos y afectivos. Modelan las formas en las que un individuo conceptualiza y actúa en relación a la ciencia. Desde hace años las investigaciones desde las Ciencias de la Educación destacan la importancia de los elementos afectivos en el aprendizaje y la vinculación entre la actitud de los alumnos frente a una asignatura y el éxito o fracaso que logran en el aprendizaje de la misma.

La **comunidad de práctica** ofrece el marco dentro del cual los individuos desarrollan su comprensión sobre cualquier concepto, a partir de su participación en un entorno social. En los últimos años, numerosas investigaciones en educación se centraron en el desarrollo de *ambientes de aprendizaje*. Estos trabajos consideran el aprendizaje como una actividad social y constructiva. Una de las principales características en esta línea propone el aprendizaje interactivo, como la interiorización de procesos adquiridos por interacción. Esta característica requiere diseñar cuidadosamente aquellas interacciones que favorezcan la interiorización de las estrategias, las formas de razonamiento y los conceptos que resulten relevantes.

El marco pedagógico

Gran parte de las investigaciones de los últimos años consideran el aprendizaje como una actividad social y constructiva. El constructivismo se mueve entonces desde una esfera puramente epistemológica hacia la práctica pedagógica [Carr93]. Desde esta perspectiva, el alumno no es un receptor dentro de un proceso de instrucción, sino que tiene una actitud participativa en un proceso interactivo.

El rol fundamental del docente es diseñar cuidadosamente un entorno que favorezca la adquisición de los conceptos y formas de razonamientos propuestos. Notemos que, cuando hablamos de entorno, no estamos refiriéndonos exclusivamente a las actividades, sino también a las interacciones que deberían surgir para provocar cierto tipo de situaciones. Crear un entorno interactivo para el aprendizaje puede resultar difícil por varios motivos.

En primer lugar, el docente debe decidir cuándo intervenir y qué sugerencias pueden ayudar a sus alumnos ante una situación de bloqueo, sin que su intervención los conduzca directamente a la solución. Para lograrlo, debe intentar percibir el proceso de pensamiento de los miembros del grupo mientras buscan la solución y no sólo de los individuos aislados.

En segundo lugar, es poco común que los alumnos vean a sus profesores *pensando* acerca de resolución de un problema. Con frecuencia, los docentes organizan sus clases como una exposición, en la cual presentan la solución final y de alguna manera describen cómo llegaron a ella. Aunque resulte paradójico, si los alumnos entienden rápidamente la solución propuesta, la clase puede resultar poco efectiva. Aquellos que han intentado sin éxito resolver el problema previamente, sienten cierta frustración al no haber logrado hallar la solución, que ahora surge tan fácil y naturalmente. Los que enfrentaban el problema por primera vez en ese momento, pueden quedar con la falsa impresión de que la resolución es rápida y sencilla, cuando en realidad la explicación puede haberlo sido, pero el alumno no participó en el proceso, aunque pueda entenderlo. Una situación similar se produce cuando los estudiantes trabajan en grupo: aun cuando todos terminen comprendiendo el procedimiento que los condujo a la solución, probablemente sólo algunos sean capaces de desarrollarlo de manera autónoma.

Una manera de mejorar la capacidad de resolución de problemas de los alumnos, es embarcarse con ellos en la resolución. Esta modalidad requiere de un alto nivel de improvisación en la clase y aumenta el riesgo de desorganización. Los alumnos realizan diferentes aproximaciones hacia la solución y el docente debe analizar dinámicamente cuán fructíferas pueden ser. Trabajar bajo esta modalidad requiere experiencia, confianza y demanda una cantidad considerable de tiempo.

Una alternativa es entrelazar actividades promoviendo diferentes niveles de interacción. En algunas, el docente propone un problema, seleccionado expresamente para provocar la necesidad de alguna forma de análisis o razonamiento particular, organiza la resolución y realiza sugerencias apropiadas. Luego, pueden plantearse otros problemas, de alguna manera vinculados con el anterior, pero algo más sencillos. En algunos casos la vinculación estará centrada en el conocimiento de base y en otras en las estrategias heurísticas. Los alumnos trabajan en forma individual o en grupos y luego confrontan las diferentes soluciones propuestas.

Un aspecto importante es no ordenar la presentación de problemas aumentando permanentemente el nivel de dificultad, aunque sea en forma gradual. La idea es comenzar la clase con un problema relativamente complejo, proponer luego algunos algo más sencillos y volver a plantear luego otros con mayor dificultad.

La selección de los problemas

Asumiendo un enfoque basado en la resolución de problemas, la selección de los problemas y su organización es un desafío importante, que va a depender de la concepción adoptada para este enfoque. En el diseño del material para el curso consideramos dos aspectos fundamentales:

- Permitan modelar situaciones reales que se encuadren en el contexto cercano de los alumnos.
- Provoquen un desafío cognitivo y requieran la aplicación de contenidos conceptuales previos.

El énfasis se concentra en pensar la resolución de problemas como un proceso siguiendo la propuesta de Polya [Pol65], partiendo de contenidos conceptuales de nivel Polimodal y estructurando la presentación de problemas de acuerdo con las etapas que conforman el proceso. Para cada etapa presentamos problemas que permiten enfatizar algunos aspectos que consideramos importantes para mejorar la capacidad para resolver problemas.

La sugerencia es seleccionar enunciados que permitan ilustrar la importancia de:

- Leer cuidadosamente todo el enunciado, considerando especialmente elementos como los diálogos, las imágenes y figuras, los signos de puntuación y los conectivos lógicos.
- Comprender el significado de palabras y expresiones no específicas pero de uso poco frecuente y también de aquellas vinculadas a los contenidos del área de conocimiento.
- Identificar la incógnita, los datos y restricciones explícitos e implícitos
- Descartar datos y restricciones irrelevantes.

No consideramos recomendable intentar elaborar problemas para trabajar con todas estas cuestiones simultáneamente, sino más bien que el *conjunto* de problemas abarquen todos estos aspectos.

Muchos de los problemas que presentamos fueron elaborados específicamente para el curso de nivelación *Análisis y Comprensión de Problemas*. Algunos problemas fueron adaptados de revistas de entretenimiento y libros clásicos de enigmas y acertijos lógicos, teniendo particular cuidado en no incluir problemas que requirieran una fuerte dosis de ingenio. Este tipo de problemas resultan particularmente adecuados porque son atractivos y motivadores y permiten tratar aspectos importantes vinculados a la comprensión de textos.

Varios de los problemas fueron extraídos de libros de EGB y Polimodal y adaptados para incluir palabras, expresiones y aspectos sobre los que deseábamos trabajar. Por ejemplo, incluimos datos irrelevantes, diferentes formas de expresar la incógnita, frases como “*al menos un empleado*”, “*tantas vacas como terneros*”, “*al menos tantas niñas como niños*”, etc. Con el mismo criterio adaptamos varios problemas extraídos de los enunciados de las Olimpiadas Matemáticas Ñandú, disponibles en la web [oma]. La intención en la selección de estos problemas es aplicar la capacidad de comprender un texto a la interpretación de enunciados de problemas.

En varias actividades proponemos dos o más versiones, ligeramente diferentes unas de otras, para un mismo problema. La intención es destacar cómo un cambio sintáctico leve puede provocar una variación semántica fundamental. Por ejemplo, “*la mitad de: 10 más 2*”, respecto a la “*mitad de 10, más 2*” o “*Esteban vive con Matías y estudia Matemática*” respecto a “*Esteban vive con Matías, que estudia Matemática*”.

Para hacer explícito el objetivo de reflexionar acerca de las estrategias de resolución utilizadas, muchos enunciados incluyen una *pregunta reflexiva* que exige “razonar acerca del razonamiento”. Para aprender *sobre* la resolución de problemas, es importante que esta pregunta reciba el mismo protagonismo que el hallar la solución para la incógnita del problema. Aun cuando el enunciado no incluya una pregunta reflexiva, es importante que durante la resolución se nombren explícitamente las estrategias empleadas y se comparen y discutan en grupo los distintos caminos que se siguieron hasta alcanzar la solución.

Así, aunque el énfasis de la propuesta se centra en *leer, analizar y comprender*, también destacamos la relevancia de la actividad de alguna manera complementaria: *escribir*. Un objetivo importante en la resolución va a ser lograr describir adecuadamente el proceso de resolución, a partir de la producción de un texto que refleje el procedimiento seguido.

Las especificaciones de juegos son un recurso extremadamente valioso para ilustrar situaciones muy significativas y estrategias que luego son útiles para resolver problemas en diferentes áreas de conocimiento. Por último, incluimos algunos cuentos clásicos, que involucran el planteo de un problema y establecen una interesante vinculación entre la Matemática y la Literatura. Aunque estos tipos de problemas son muy atractivos para explorar, presentamos pocos problemas de este tipo porque su implementación en el aula demanda una cantidad considerable de tiempo.

En la selección de los problemas y en la planificación de las clases, es muy importante destinar un espacio para que los alumnos reflexionen acerca de las dificultades que planteó cada problema y las estrategias de resolución empleadas. Las dificultades pueden no haber sido las mismas para todos y también es muy probable que surjan diferentes caminos a través de los cuales se halló la solución. Este tipo de actividad apunta a que los alumnos tomen conciencia acerca de sus capacidades cognitivas y aprendan a controlarlas, en un contexto de aplicación concreto. La actitud del alumno es fundamental porque de su compromiso con la propuesta depende en parte que pueda avanzar en la resolución.

La actitud del docente también es determinante. Tiene que mantener un alto nivel de coherencia entre su acción y su discurso. Cualquier recomendación tendrá efecto en la medida en que sea consistente con la manera de actuar de quien la realiza. Esto se puede llevar a la práctica de dos maneras: esforzándose en hacer lo que se dice o evitando decir lo que no estamos seguros de poder llevar a la práctica [Huertas 03]. Es

fundamental que el docente realice sugerencias y propuestas que realmente aplique él mismo porque las considera efectivas.

La reflexión acerca de los errores cometidos puede contribuir a mejorar la capacidad de resolución de problemas de los alumnos. Evidentemente, que el profesor cometa errores frecuentes puede tener otras consecuencias no deseables, de modo que es importante crear la situación de error de alguna otra manera. Por ejemplo, en el contexto de resaltar la trascendencia verificar la solución de un problema, para detectar y corregir errores en la interpretación del enunciado.

En cualquier caso, la reflexión acerca del error mejora la interpretación el problema, no sólo de quienes lo cometieron, sino probablemente de otros miembros del grupo. Es fundamental que el clima sea agradable y la interacción armoniosa, características que son difíciles de lograr luego de una evaluación real.

Conclusiones

La resolución de problemas es una actividad que requiere tiempo y esfuerzo, pero al mismo tiempo puede resultar una experiencia placentera y motivadora. Resolver un problema tiene algo de descubrimiento, aumenta el conocimiento, aporta nuevos puntos de vista y mejora la capacidad para resolver otros problemas en el futuro.

La resolución de un problema requiere aplicar y vincular conocimientos previos, probablemente de áreas diferentes, buscando nuevas relaciones. El curso Análisis y Comprensión de problemas se busca “provocar” formas de razonamiento que contribuyan al desarrollo de las capacidades cognitivas de los alumnos y mejoren sus oportunidades de éxito en el nivel superior.

Bibliografía

- [Aus88] Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. *Psicología cognitiva: Un punto de vista cognoscitivo*. Méjico. Trillas. (1988)
- [Car93] Carretero Mario, *Constructivismo y Educación*. Aique, (1993).
- [Dij65] Dijkstra, E. *Programming Considered as a Human Activity*. Proceedings of the IFIP Congress (1965)
- [Dij97] Dijkstra, E. *A Discipline of Programming*. Prentice Hall (1997)
- [Dud95] Dudeney, H. *Los gatos del hechicero y nuevas diversiones matemáticas*. Juegos & Co. Zugarto Ediciones. (1995)
- [Gar92] Gardner, M. *Inspiración ¡Ajá!* Editorial Labor España (1992)
- [Hof95] Hofstadter, D. & Fluid Analogies Research Group *Fluid Concepts and Creative Analogies: Computer Models of the Fundamental Mechanisms of Thought* Basic Books. EEUU (1995)
- [Hue03] Huertas, J. *Motivación y Aprendizaje* FLACSO (2003)
- [Mur97] Murphy E. *Constructivism: From Philosophy to Practice* (1997)
- [New72] Newell, A., & Simon, H. A. *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. (1972).
- [Oma] Olimpiada Matemática Ñandú www.oma.org.ar
- [Pap81] Papert, S. *Desafío a la mente. Computadoras y Educación*. Galápagos. Argentina.(1981)
- [Par90] Parra, B. *Dos concepciones de resolución de problemas*, Revista Educación Matemática, vol. 2, núm. 3, pp. 22-31 (diciembre 1990)
- [Pol45] Polya, G. *How To Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*, Princeton University Press, 1945,1957,1973.
- [Pol65] Polya, G. *Mathematical Discovery: On Understanding, Learning and Teaching Problem Solving*. John Wiley & Sons. (1965)
- [Rue89] Rueda, S., Castro, S. & Zanconi, M. *Resolución de Problemas y Algoritmos*. Notas del curso. Universidad Nacional del Sur. Argentina (1989)
- [Rue02] Rueda, S. & García, A. *Análisis y Comprensión de Problemas: Fundamentos, Problemas Resueltos y Problemas Propuestos*. Notas del curso de nivelación. Universidad Nacional del Sur. Argentina (2002)
- [Sch83] Schoenfeld, A. *Ideas y tendencias en la Resolución de Problemas* en el libro “La enseñanza de la matemática a debate”. (pp. 7-12). Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.. (1983).
- [Sch85] Schoenfeld, A. *Sugerencias para la enseñanza de la Resolución de Problemas Matemáticos* en el libro “La enseñanza de la matemática a debate”. (pp.13-47). Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid. (1985).
- [Smu78] Smullyan R. *¿Cómo se llama este libro? El enigma de Drácula y otros pasatiempos lógicos*. Catedra. Colección Teorema España (1978)
- [Tah76] Tahan, M. *El hombre que calculaba*. Ediciones Petronio S.A. España (1976)
- [Vig79] Vigostky, L. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona. Crítica. (1979)