CONGRESO IBEROAMERICANO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVEMBRO 2014

La pedagogía de la Investigación en el aula de la Escuela Secundaria y el estudio de las Funciones Polinómicas

COLOMBO ROJAS, E.; LLANOS, V. C.; OTERO, M. R.

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

La pedagogía de la Investigación en el aula de la Escuela Secundaria y el estudio de las Funciones Polinómicas.

Emmanuel Colombo Rojas[1]; Viviana Carolina Llanos[1,2], María Rita Otero [1,2]

[1]Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECYT), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As. Paraje Arroyo Seco s/n, Tandil, Argentina.

[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

emmanuel_colombo@hotmail.com; rotero@exa.unicen.edu.ar; vcllanos@exa.unicen.edu.ar

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

La pedagogía de la Investigación en el aula de la Escuela Secundaria y el estudio de las Funciones Polinómicas.

Resumen

La investigación introduce un Recorrido de Estudio y de Investigación (REI) en cursos de matemática de la Escuela Secundaria Argentina. Se propone describir una fase de un estudio longitudinal que dura dos años con los mismos estudiantes. El REI permite estudiar funciones algebraicas en la escuela secundaria, y la parte tratada aquí, se refiere al estudio de una pregunta del REI que conduce a la Organización Matemática (OM) de las Funciones Polinómicas. Nos proponemos analizar las características de la OM reconstruida en el aula con relación a la OMR (Organización Matemática de Referencia) construida por los investigadores; y al análisis cualitativo de cómo la inmersión en la nueva pedagogía escolar *de la investigación y del cuestionamiento del mundo*, permite estudiar esta OM con sentido y de una manera que se aparta de la tradicional.

1. Introducción

Este trabajo es una parte de la investigación que desarrollan Llanos y Otero (2013a, 2013b), relativa a la inserción de los Recorridos de Estudio e investigación (REI) en la escuela secundaria en Argentina, como una alternativa a la pedagogía dominante, la de visita de los saberes que es denominada por Chevallard (2004) *pedagogía monumentalista*. En una enseñanza monumental, se estudian respuestas en lugar de preguntas que son presentadas como finalizadas por el profesor. Por lo tanto la actividad y la autonomía del alumno son mínimas, a la vez que su mediación en qué, cuánto y cómo estudiar es nula. A lo sumo, puede reproducir la obra que le presenta el profesor. La respuesta desde la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Chevallard, 1999, 2004) a la pedagogía monumental es la *Pedagogía de la Investigación y del Cuestionamiento del Mundo* (Chevallard, 2004, 2013) y los REI (Chevallard, 2009) son el correlato de dicha pedagogía en el aula.

Los REI consisten en el estudio de preguntas *Q*, como punto de partida del conocimiento matemático y en la construcción de posibles respuestas a dichas cuestiones por la clase. La enseñanza por REI se realiza adoptando un modelo pedagógico radicalmente diferente al tradicional, que se propone cubrir el programa de estudio a partir de un conjunto de preguntas, todas derivadas de otra pregunta denominada generatriz que guía todo el estudio en las clases de Matemática.

En esta investigación el REI se desarrolla en torno a la pregunta generatriz Q_0: *¿Cómo operar con curvas cualesquiera, si sólo se conoce su representación gráfica y la unidad en los ejes?* (Llanos, Otero, 2012, 2013a, 2013b). La respuesta a esta pregunta permite cubrir el programa de estudio de los últimos tres años de la escuela secundaria argentina, particularmente del bloque de funciones. Aquí sólo se describen los resultados generados en una parte del REI, a partir de una pregunta derivada de Q_0, denominada Q_2: *¿Cómo multiplicar más de dos rectas, o rectas y parábolas, o parábolas; si sólo se conoce su representación gráfica y la unidad en los ejes?* La

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

construcción de la respuesta a dicha pregunta en esta parte del REI, conduce al estudio de la OM de las funciones polinómicas.

Se describe a continuación el referencial teórico adoptado y las preguntas que guían este trabajo.

2. Los Recorridos de Estudio y de Investigación y las funciones didácticas

Se adopta la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Chevallard, 1999), en particular la noción de *Recorrido de Estudio y de Investigación* (REI) (Chevallard, 2009, 2013).

En un REI el conocimiento se produce contestando una pregunta matemática Q_0, que tiene sentido para la comunidad de estudio y cuya respuesta requerirá de la elaboración de preguntas derivadas de Q_0, las Q_i. En el aula, el profesor propone la pregunta generatriz Q_0, cuyo estudio por la clase conducirá al encuentro o reencuentro con varias organizaciones matemáticas o extra matemáticas, según se trate de un recorrido monodisciplinar o codisciplinar (Chevallard, 2009). Se establece así, una cadena de preguntas y respuestas que son el corazón del proceso de estudio P= (Q_i,R_i). Puede decirse que los REI ponen en primer lugar el estudio de genuinas preguntas en lugar de respuestas finalizadas (Otero, et. al, 2013).

En esta investigación las Q_i son preguntas Matemáticas, es decir se trata de un REI monodisciplinar y finalizado en el sentido de que las OM que pueden derivarse del estudio de Q_0 pertenecen todas al programa de estudio de la secundaria, nivel para el que fue diseñado el recorrido. El hecho de estudiar por medio de un REI plantea necesariamente también una redefinición del modelo de enseñanza tradicional y de la pedagogía dominante. La enseñanza de los REI requiere ingresar en un modelo denominado “del cuestionamiento del mundo”, característico de una pedagogía conocida como “pedagogía de la investigación”.

La implementación de un REI requiere de modificaciones importantes con relación a la enseñanza tradicional que afectan el proceso de estudio, a su *ecología*. Estas modificaciones impactan en los procesos de *topogénesis*, *mesogénesis* y *cronogénesis*; que son centrales en el análisis didáctico propuesto por la TAD (Chevallard, 2013, Otero, et. al, 2013):

- La *mesogénesis* es la génesis del medio *M* por la clase, utilizando tanto producciones externas (internet, libros, etc.) como *internas* a ella. El medio *M* se constituye a partir de lo hecho en la clase entre los alumnos y el profesor, y no sólo por el profesor.
- El lugar que el profesor y los estudiantes ocupan en la clase se conoce como *topogénesis*. El *topos* de los alumnos en una enseñanza por REI se amplía porque no sólo podrán aportar su respuesta personal R_x, sino también podrán introducir en *M* toda obra que deseen. Este cambio produce una modificación importante en el *topos* del profesor, quien asume el papel del *director del estudio* de *Q*, o el *director de la investigación*.
- Las modificaciones en las responsabilidades asumidas por los estudiantes en el estudio de las preguntas y la del profesor como *director del estudio* producen también cambios en la *cronogénesis*, en la gestión y “control” de los tiempos didácticos.

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

Las funciones didácticas *cronogénesis, mesogénesis* y *topogénesis* se utilizan en la investigación para describir el funcionamiento del REI en los cursos seleccionados para su implementación.

A partir de la investigación, se espera responder las preguntas: ¿Cuáles son los alcances y limitaciones del REI propuesto para estudiar funciones polinómicas? ¿Qué restricciones existen cuando se implementa un REI para estudiar matemática en clases usuales de la escuela secundaria?

3. Metodología de la Investigación

La investigación corresponde a un estudio longitudinal, exploratorio, cualitativo y etnográfico. Se propone analizar los resultados obtenidos de la implementación de un REI de cohorte longitudinal. La investigación comienza cuando los estudiantes inician 4to Año de la Secundaria y continúa al año siguiente; es decir en 5to año. El estudio se realizó en dos cohortes, con dos cursos en paralelo en cada una en una misma Institución.

En total participaron N=121 estudiantes de la investigación. En todas las cohortes los profesores de los cursos son parte de la investigación. De cada estudiante se obtienen todos los protocolos escritos de cada clase. Las mismas se registran en un audio general, y se toman notas de campo, mediante observación participante y no participante antes y después de cada encuentro. Los resultados obtenidos se describen a partir de una triangulación de datos registrados.

4. Las funciones polinómicas en el marco de un REI

El REI se introduce a partir de la pregunta Q_0: *¿Cómo operar con curvas cualesquiera, si sólo se conoce su representación gráfica y la unidad en los ejes?* Las respuestas posibles a Q_0 permiten originar diferentes recorridos de estudio, dependiendo de las funciones que se adopten y de la operación que se realice entre las mismas. En el marco de esta investigación se han ejecutado tres recorridos (Llanos y Otero, 2012, 2013a, 2013b) con los mismos estudiantes, durante un período de dos años consecutivos. Las preguntas derivadas de Q_0 que orientan las distintas partes del estudio son:

- Q_1: *¿Cómo multiplicar dos funciones afín, si solamente se conoce su representación gráfica y la unidad en los ejes?* que permite estudiar las funciones polinómicas de segundo grado;
- Q_2: *¿Cómo multiplicar más de dos rectas, o rectas y parábolas, o parábolas; si sólo se conoce su representación gráfica y la unidad en los ejes?*, permite estudiar las funciones polinómicas;
- Q_3: *¿Cómo realizar el cociente entre funciones polinómicas, si sólo se conoce su representación gráfica y la unidad en los ejes?*, a partir de la cual se estudian las funciones racionales.

La cuestión generatriz, está inspirada en la investigación desarrollada por Régine Douady para el estudio de los signos de las funciones polinómicas. En nuestras investigaciones, y en particular en este trabajo, presentamos la adaptación de una ingeniería propuesta por Douady (1999). La situación creada en dicha investigación propone analizar los signos del producto de dos funciones lineales $f(x)=ax+b,\ a\neq 0$,

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

teniendo solamente como datos las representaciones gráficas de las rectas mientras que en nuestra investigación el REI parte de realizar operaciones con curvas, teniendo solamente como dato la representación gráfica de las curvas, y la unidad en los ejes. El problema es obtener una gráfica razonable para la curva que resulta de la multiplicación de otras del mismo tipo, de grado menor. En las OM derivadas del REI, el análisis de los signos es una información más, entre las características que se requieren para la obtención de la curva razonable. La situación creada por Douady (1999) y la cuestión de partida que nosotros adoptamos, han resultado muy interesantes por su generatividad, es decir por la variedad de cuestiones matemáticas relevantes que los estudiantes y el profesor pueden plantear. Todas las Q_i generadas a partir del REI son un ejemplo de esta afirmación.

Este trabajo describe la segunda parte del recorrido generado por la multiplicación de más de dos rectas, o rectas y parábolas o entre parábolas y la generalización a los demás casos, a partir de una readaptación de las técnicas generadas para la primer parte desarrollada antes por los estudiantes como consecuencia de estudiar Q_1 (Llanos y Otero, 2013a).

4.1 Q_2: nociones relativas a la OM de las Funciones Polinómicas, propuesta para enseñar.

El estudio de Q_2 se desarrolla a partir de 8 situaciones. Las tres primeras son variantes del problema de construir una representación gráfica de funciones polinómicas de grado 3 que resulta de multiplicar otras curvas del mismo tipo de grado menor; diferenciadas estas por la cantidad de ceros que tiene la parábola que se multiplica; como se muestra en la Figura 1. En todos los casos, la curva *p* es el resultado de la multiplicación de tres rectas o una recta y una parábola, es decir, $p=f \cdot g \cdot j$ ó $p=f \cdot h$.

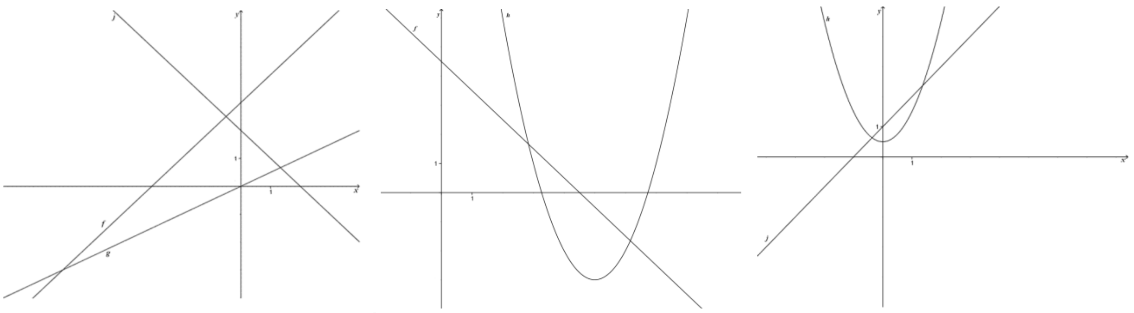


Figura 1: Gráficas correspondientes a las situaciones 1 a 3

Las cuestiones presentadas a los estudiantes son: ¿Cuáles son los puntos seguros y los signos de *p*? ¿Cuál podría ser representación gráfica más razonable para *p*? ¿Qué características de la gráfica de *p* podrías justificar? La curva de *p* resulta de la identificación de los *puntos seguros* (signos – C^+ y C^-, ceros, unos y múltiplos de la unidad) y también de la construcción geométrica que permite multiplicar ordenadas, técnica desarrollada en el estudio de Q_1 que es anterior a esta parte del recorrido. Estas técnicas pueden consultarse en la investigación desarrollada por Llanos y Otero (2013a).

Luego, las situaciones 4 y 5 permiten estudiar las características de las expresiones algebraicas enteras de las funciones polinómicas, siempre partiendo de la multiplicación de las funciones representadas gráficamente y luego se obtiene la expresión general.

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

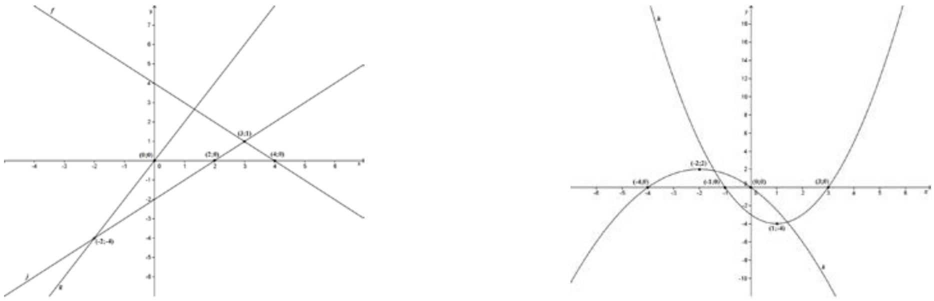


Figura 2: Gráficas correspondientes a las situaciones 4 y 5

En estas situaciones se solicita obtener las fórmulas para *p* en forma factorizada y polinómica y graficar la curva indicando las características de la gráfica que se pueden justificar. A partir de los puntos que se indican en las representaciones gráficas, los estudiantes obtienen inicialmente las expresiones algebraicas de las funciones dadas en cada situación. Después expresan al producto de esas funciones en la forma factorizada y por último, la expresión general de la función polinómica.

Con la Actividad 6 es posible construir las propiedades de los ceros, analizar la multiplicidad y sus características relativas a las funciones polinómicas de grado par e impar, a partir de los ejemplos que se solicitó a los estudiantes que ellos propongan: por ejemplo, una función de grado uno que no tenga ceros reales y una que tenga sólo un cero real; una función de grado dos que no tenga ceros reales, una que tenga sólo un cero real y otra que tenga los dos ceros reales, entre otros casos. Esta situación permitió a los estudiantes analizar las propiedades de los ceros y las diferencias entre las funciones de grado par e impar, discusión que derivó en las cuestiones ¿pueden las funciones de grado par no tener cero? ¿ y las de grado impar?

Las últimas situaciones 7 y 8, se dirigen a elaborar, explicar y justificar una técnica para realizar las operaciones con polinomios, no sólo de forma algebraica sino también gráfica. En la situación 7 los estudiantes tienen que resolver el problema de obtener una técnica para sumar, restar y multiplicar polinomios: ¿cómo se realizan las operaciones suma, resta y multiplicación de polinomios? ¿Qué técnicas proponen para hacerlo? Con la situación 8 se propone analizar las modificaciones en la gráfica, cuando se realizan las operaciones con funciones polinómicas. Por último, se propone una síntesis, y ejercicios y problemas; lo que permite evaluar el conocimiento construido y completar el estudio de las funciones polinómicas con otros casos.

4.2 La OM efectivamente reconstruida en el aula.

Desde las situaciones 1 a 3 se sugiere que las funciones polinómicas son expresables como el producto de otras de su tipo. A partir de la identificación de los *puntos seguros* y el empleo de la construcción geométrica de triángulos semejantes para obtener el producto entre las ordenadas de las curvas, se obtuvieron respuestas según se muestra en la Figura 4. El protocolo del estudiante A35 permite interpretar las características de la curva para *p* y se desataca en este protocolo el papel que tiene el análisis de los signos cuando los estudiantes intentan obtener la curva.

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

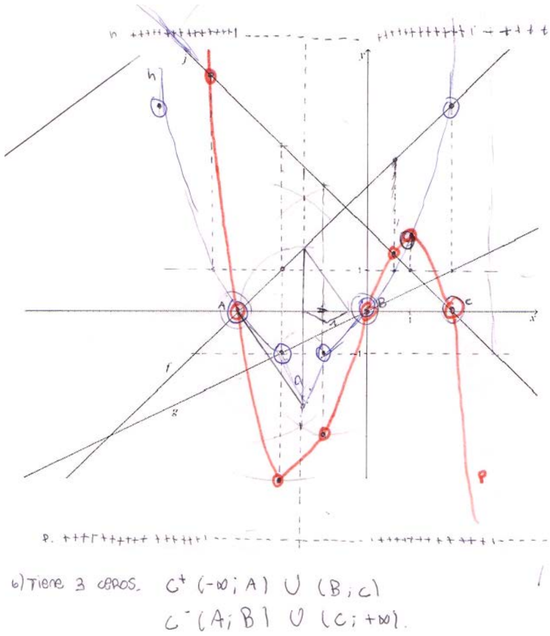


Figura 4: Protocolo correspondiente al alumno A35, situación 1

Las situaciones 2 y 3 también permiten construir curvas correspondientes a funciones polinómicas de tercer grado, y la diferencia está dada por la cantidad de ceros en cada caso. Este camino para construir las características de las curvas es muy diferente del que se suele usar en la escuela, y consideramos que presenta ventajas notables, pues estudiar significativamente las propiedades de los signos y los ceros, además de cada punto que se quiera estudiar es una ganancia, respecto de la enseñanza tradicional de esta OM en cuestión. Por otro lado, la generatividad de la cuestión inicial planteada en el dominio de técnicas gráficas, funcionales y geométricas en conjunto permite a los estudiantes adquirir un sentido al que siempre retornan cuando se trata de factorizar la función con técnicas algebraicas a partir de la situación 4.

Las situaciones 4 y 5 permitieron obtener las expresiones algebraicas para las rectas y parábolas representadas gráficamente y realizar la multiplicación sin problemas. Los estudiantes arribaron de manera relativamente “natural” a una expresión polinómica, para funciones de grado tres y mayor. La Figura 5 muestra como el estudiante A35 recupera las técnicas utilizadas para graficar, ahora cuando se conocen las expresiones algebraicas de las funciones, y además como obtiene tanto las representaciones de las rectas, la parábola y las formas factorizada y polinómica de la función polinómica de grado tres.

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

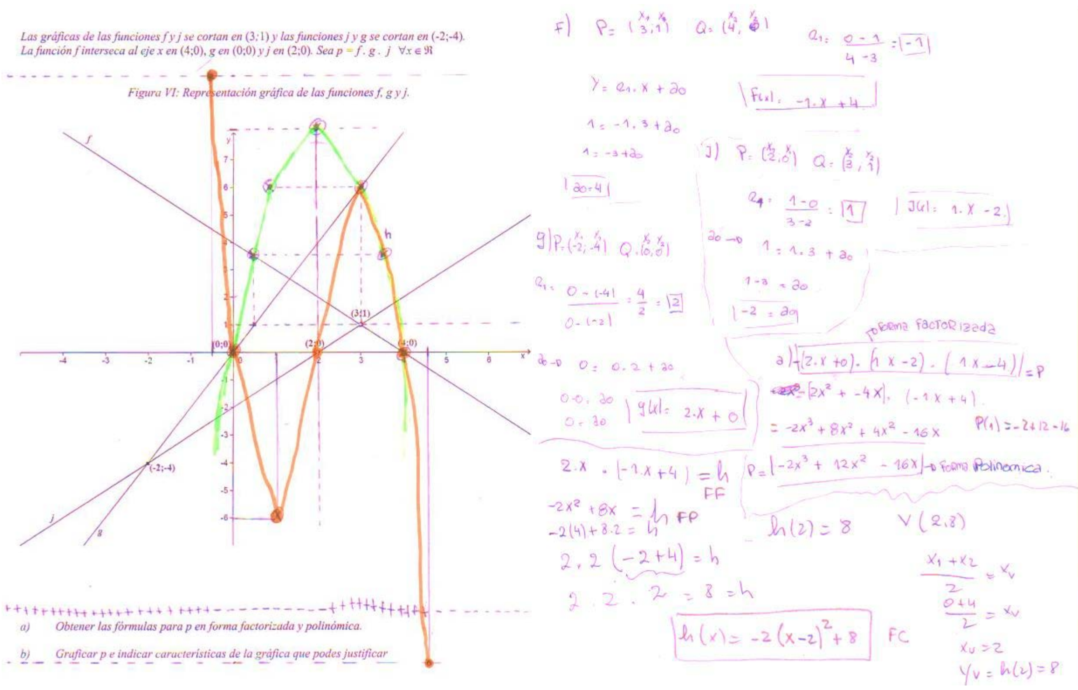


Figura 5: Resolución de los alumno A45 y A11 respectivamente

El estudio de la multiplicidad de los ceros y su relación con las propiedades de las funciones de grado par e impar, como la existencia de al menos un cero real en los polinomios de grado impar se realizó en la actividad seis. Los resultados obtenidos son muy interesantes y los alumnos la resuelven con solvencia, debido que la cuestión generatriz del REI desde el inicio, los ha llevado a preguntarse por las posibles formas de descomposición de una función polinómica. La Figura 6 muestra como A17 obtiene ejemplos adecuados para justificar las características y propiedades de los ceros en las funciones de grado par e impar.

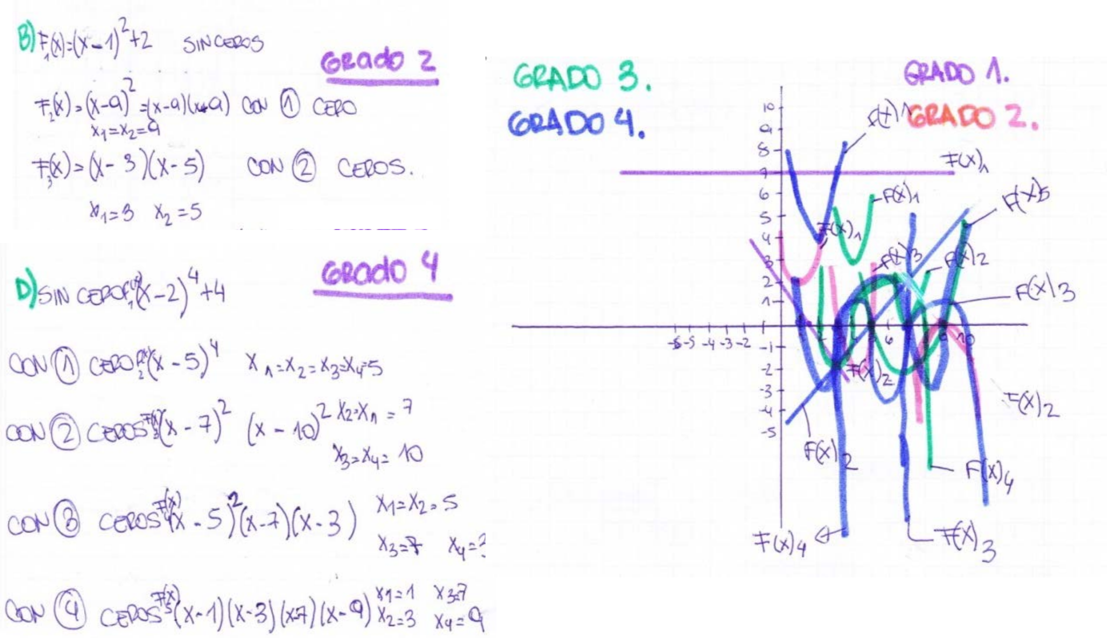
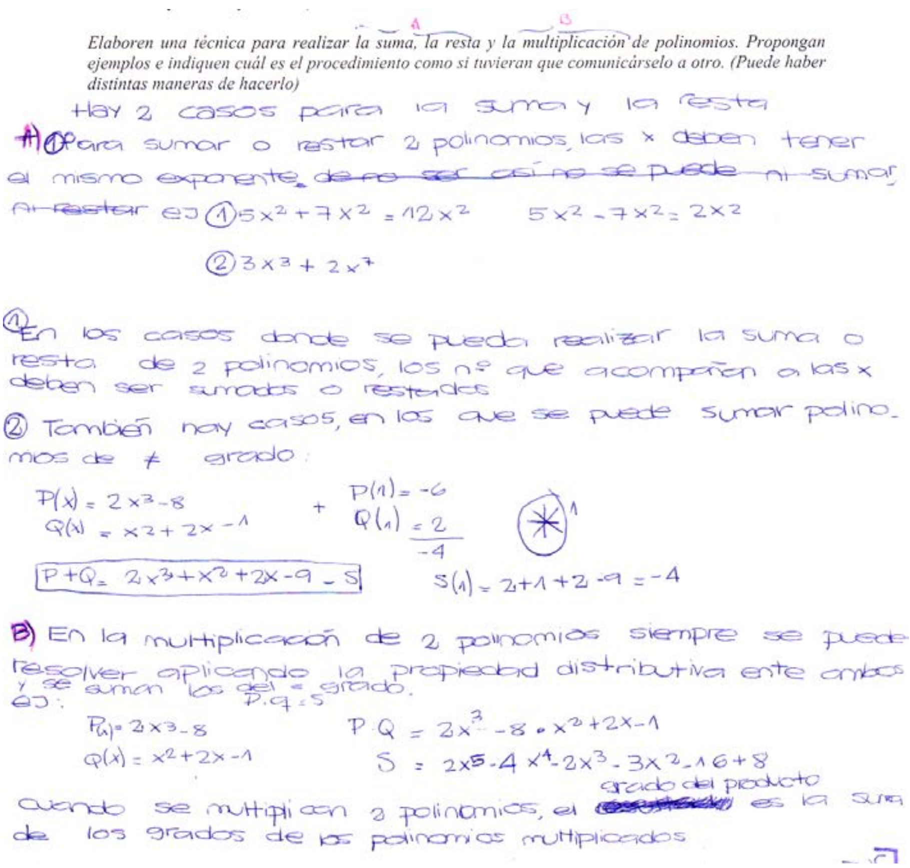


Figura 6: Protocolo correspondiente al alumno A17

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

Con las situaciones 7 y 8 se estudiaron las operaciones con polinomios. En este caso, los alumnos no tuvieron dificultades en construir, explicar y justificar una técnica para realizar la multiplicación de polinomios aunque si, les resulto más “complicado” proponer la técnica para realizar la suma y la resta de los mismos. En la Figura 7 se considera la respuesta del estudiante A49 a modo de ejemplo, correspondiente a la actividad 7. Las características de las operaciones también se estudiaron de una forma relativamente natural dado que el hecho de realizar operaciones con curvas desde el inicio facilitó a los alumnos proponer, construir, explicar y justificar una técnica para realizar la multiplicación de polinomios.



Elaboren una técnica para realizar la suma, la resta y la multiplicación de polinomios. Propongan ejemplos e indiquen cuál es el procedimiento como si tuvieran que comunicárselo a otro. (Puede haber distintas maneras de hacerlo)

Hay 2 casos para la suma y la resta

A) ① Para sumar o restar 2 polinomios, las x deben tener el mismo exponente, ~~de no ser así no se puede ni sumar ni restar~~ ej ① $5x^2 + 7x^2 = 12x^2$ $5x^2 - 7x^2 = 2x^2$

② $3x^3 + 2x^7$

① En los casos donde se pueda realizar la suma o resta de 2 polinomios, los nº que acompañan a las x deben ser sumados o restados

② También hay casos, en los que se puede sumar polinomios de ≠ grado:

$P(x) = 2x^3 - 8$ $P(1) = -6$

$Q(x) = x^2 + 2x - 1$ $+ \; Q(1) = 2$; -4

$\boxed{P+Q = 2x^3 + x^2 + 2x - 9 \_ S}$ $S(1) = 2+1+2-9 = -4$

B) En la multiplicación de 2 polinomios siempre se puede resolver aplicando la propiedad distributiva entre ambos y se suman los del = grado. $P \cdot q = 5$

ej: $P(x) = 2x^3 - 8$ $P \cdot Q = 2x^3 - 8 \cdot x^2 + 2x - 1$

$Q(x) = x^2 + 2x - 1$ $S = 2x^5 - 4x^4 - 2x^3 - 3x^2 - 16 + 8$

Cuando se multiplican 2 polinomios, el grado del producto es la suma de los grados de los polinomios multiplicados

Figura 7: Resolución de los alumno A49 respectivamente

Las Actividades 7 y 8, sirvieron entonces para construir distintas técnicas que permitieron trabajar con las operaciones suma, resta y multiplicación de polinomios, pudiendo los alumnos justificar y explicar cada una de ellas. Con las actividades propuestas en la síntesis y los ejercicios para revisar lo aprendido, se estudiaron otros conceptos matemáticos como el cociente de polinomios, de los cuales no nos ocupamos en este trabajo.

5. CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este trabajo, permiten describir el potencial del recorrido que se propone en el marco del REI para estudiar las funciones polinómicas en el cuerpo de los números reales.

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

El recorrido de estudio, inicia con la multiplicación de curvas, cuando sólo se conoce la unidad en los ejes. Durante el recorrido ha sido posible inicialmente construir y justificar las características de la representación gráfica de una función polinómica de tercer grado, y el análisis de las propiedades de los ceros junto con el estudio de los signos de estas funciones. Una debilidad identificada en este trabajo es que las primeras situaciones no dieron lugar inicialmente al estudio de las funciones polinómicas de grado par mayor a dos, que posteriormente fueron analizadas a partir de la situación 4.

El hecho de partir del estudio de las funciones polinómicas como multiplicación de otras del mismo tipo de grado menor, permite además, obtener la expresión algebraica de la función polinómica en la forma factorizada de manera "casi natural" y posteriormente la forma polinómica; así como también estudiar las operaciones entre polinomios. La viabilidad de estos dispositivos queda justificada por la generalidad que van adquiriendo las técnicas que se requieren tanto para obtener las representaciones gráficas como las expresiones algebraicas de las funciones polinómicas.

Los resultados obtenidos son alentadores, aún cuando se identifican dificultades para estudiar por medio de un REI. Estas dificultades afectan a la *mesogénesis*, a la *topogénesis* y a la *cronogénesis*, sobre todo, en lo relativo al rol del profesor en la clase, quien ya no es garante del saber, no explica, y esto en principio afecta negativamente a los estudiantes. Por otro lado, es muy costoso para la clase alcanzar las técnicas matemáticas necesarias para justificar las características de la gráfica y representaciones analíticas equivalentes de estas funciones. Los alumnos no sólo son responsables de construir los conceptos matemáticos que se estudian, sino también asumen responsabilidades y hasta producen modificaciones al medio, pues hasta están "autorizados" a proponer nuevas cuestiones a estudiar.

Las modificaciones en los niveles *mesogenético* y *topogenético* acaban afectando a la *cronogénesis* que también es un obstáculo por la dilatación del tiempo escolar que estos dispositivos producen, problema que es compensado por la ganancia que supone cubrir un programa de estudio con sentido, donde las técnicas y estrategias de resolución que se construyen en una parte del recorrido puedan ser generalizadas y reutilizadas en otras partes del mismo recorrido. En particular el estudio longitudinal pasa del estudio de las funciones polinómicas de grado dos, a una generalización de esas técnicas para justificar y construir las funciones polinómicas y hasta el estudio de las funciones racionales por adaptación de los resultados obtenidos en las dos primeras partes del REI con los mismos estudiantes.

Los protocolos permiten interpretar la calidad del trabajo matemático realizado en el aula, a la vez que alientan al desarrollo de una enseñanza basada en preguntas.

Referencias

Chevallard, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques,* 19 (2), 221-266.

Chevallard, Y. (2004). *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire*. Disponible en http://yves.chevallard.free.fr/.

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254

Chevallard, Y. (2009). *La notion de PER: problèmes et avancées*. Disponible en http://yves.chevallard.free.fr/.

Chevallard, Y (2013). Éléments de didactique du développement durable. Leçon 3. Recovered on February 26, 2014 of http://yves.chevallard.free.fr/.

Douady, R. (1999). Relation Function/al algebra: an example in high school (age 15-16). *European Research in Mathematics Education I: Group 1*, pp. 113-124.

Llanos, V. C.; Otero, M. R. (2012). Las funciones polinómicas de segundo grado en el marco de un Recorrido de Estudio y de Investigación (REI): alcances y limitaciones. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática UNIÓN*, 31, pp. 45-63.

Llanos, V. C.; Otero, M. R. (2013a). Operaciones con curvas y estudio de funciones. *Revista SUMA+ para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática*, 73, 17-24.

Llanos, V. C.; Otero, M. R. (2013b). La pédagogie de l'enquête et du questionnement du monde: une étude longitudinale dans l'école secondaire argentine *Review of Science, Mathematics and ICT Education. Re SM TICE,* vol. 7, pp. 27-46.

Otero, M. R.; Fanaro, M. A.; Córica, A. R.; Llanos, V. C.; Sureda, P.; Parra, V. (2013). *La Teoría Antropológica de lo Didáctico en el aula de Matemática*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Dunken.

ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1254