

M.^ª ISABEL CEBREIROS
PEDRO MEMBIELA
NATALIA CASADO
MANUEL VIDAL
(EDITORES)



LA PRÁCTICA DOCENTE EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

A PRÁCTICA
DOCENTE NO
ENSINO
DAS CIENCIAS

SEPARATA

**La práctica docente en la enseñanza
de las ciencias**
A práctica docente no ensino das ciencias

Pedro Membiela, Natalia Casado,
M^a Isabel Cebreiros y Manuel Vidal (editores)

Educación Editora

Edita Educación Editora

Roma 55, Barbadás 32930 Ourense

email: educacion.editora@gmail.com

Imprime: Tórculo Comunicación Gráfica, S.A.

ISBN: 978-84-15524-36-6

D.L.: OU 19-2017

Índice

- 1. Valoración de capacidades genéricas y del trabajo en grupo en la formación inicial en ciencias y su enseñanza de futuras maestras de Educación Infantil**
Manuel Vidal, Miguel Ángel Yebra y Pedro Membiela 17
- 2. Aprender y enseñar ciencia haciendo ciencia: valoración de trabajos de investigación realizados por maestros en formación**
Manuel Vidal, Miguel Ángel Yebra y Pedro Membiela 23
- 3. Evaluación de laboratorios virtuales de genética mendeliana para la enseñanza secundaria obligatoria**
Alicia Palacios, Daniel Moreno y Virginia Pascual 29
- 4. Emociones y aprendizaje de las ciencias: un tándem imprescindible**
Consuelo Burgos Bolós, Soledad De la Blanca De la Paz, M^a del Carmen Hidalgo Rodríguez y José Hidalgo Navarrete..... 35
- 5. Abordajes de la Teoría Especial de la Relatividad en libros de texto utilizados en Argentina**
Irene Arriasecq, Esther E. Cayul, María Eugenia Seoane e Ileana M. Greca 41
- 6. Creencias pedagógicas y científicas de futuros docentes de ciencias de educación secundaria. Relación con las de sus formadores**
Alicia Benarroch, José Miguel Vílchez-González, Ricardo Casas, Alicia Fernández-Oliveras, María Rodríguez Serrano, M^a del Carmen Romero y Javier Carrillo-Rosúa 47
- 7. A construção do pensamento reflexivo na formação inicial: uma análise das concepções dos participantes do programa PIBID-Biologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM)**
Glauca Britto Barreiros e Dulcinéia Ester Pagani Gianotto 53

8. Ciencias experimentales en el aula inclusiva	
Carolina del C. López Suero, Cristina G. Reynaga Peña, O. Adrián Lozano Garza, Marisol Sandoval Ríos, Mari- bel Dessens Félix, Martha Ibarguengoitia Cervantes y Jorge G. Ibáñez-Cornejo	59
9. Modelización de la combustión de una vela. Reto- mando un problema clásico para desarrollar la com- petencia científica	
Natalia Jiménez-Tenorio y María del Mar Aragón Méndez	65
10. Analisando questões de Biologia do maior processo seletivo do Brasil -o ENEM- quanto ao conteúdo curricular e contextualização	
Nalighia Mariana Cordova e Maria Guiomar Carneiro Tommasiello	71
11. Compreensões dos professores: sobre o uso das Tec- nologias Educacionais (TE)	
Marlúbia Corrêa de Paula, Lori Viali e Valderéz Marina do Rosário Lima	77
12. O uso de Tecnologias Educacionais: mapeamento	
Marlúbia Corrêa de Paula, Lori Viali e Gleny Terezinha Duro Guimarães	81
13. Un análisis del conocimiento científico de los Maes- tros en formación inicial	
José Javier Verdugo-Perona, Joan Josep Solaz-Portolés y Vicente Sanjosé	87
14. Los desastres ambientales: el caso de Aznalcóllar	
Andrés García Ruiz y María Dolores Castro Guío	93
15. Propuesta de secuencia didáctica para el aprendizaje de termorregulación en animales mediante actividades de modelización apoyadas en el videojuego Calangos	
Erika Patricia Daza-Pérez, Angelo Loula y Charbel N. El- Hani	99
16. Posturas de ética ambiental de estudiantes de escue- las medias	
Claudia Sandoval, María Sandoval, Gabriel Rodríguez y Julia Salinas	105

17. As múltiplas representações e o conceito de proporcionalidade em Ciências e Matemática	
Renata Aparecida de Faria e Carlos Eduardo Laburú.....	111
18. Propostas didáticas CTSA presentes no manual do aluno de Geologia em Timor-Leste	
Jorge Bonito, Margarida Morgado, Dorinda Rebelo, Luis Marques y António Soares de Andrade	117
19. ¿Qué dicen los docentes de ciencias y tecnologías sobre la comunicación en sus clases?	
Ligia Quse, María Soledad Martínez, Alejandra Menti, Ana Lía De Longhi, Fernando Ladrón de Guevara y Lidia Ruiz Moreno	123
20. Análisis del uso de una página de internet sobre Ciencias como recurso educativo	
Cecilia Di Prinzió y Emma O'Brien.....	129
21. Formulación de preguntas referidas a la dispersión de la luz	
Ascensión Macías	135
22. Evolução biológica em destaque: uma experiência na formação continuada de professores de Ciências Naturais	
Suelen Bomfim Nobre e Maria Eloisa Farias	141
23. Representações de professores sobre o pensamento complexo na educação ambiental: algumas considerações	
Natalia Aparecida Soares e Maria Eloisa Farias	147
24. A pesquisa sobre a avaliação de Ciências do PISA no Brasil: um estudo a partir da análise de dissertações e teses	
Helena Rivelli.....	153
25. Análisis de las estrategias y las prácticas pedagógicas en el profesorado de Química del IES Pisarello	
Mario Rolando Molina y Rosa Magdalena Osicka.....	159

26. Tipos de imágenes empleadas por el profesorado en formación al elaborar secuencias didácticas	
José María Etxabe Urbieto.....	165
27. Recursos renovables: evolución del contenido y dificultades en la enseñanza, un modelo de formación orientado hacia una práctica reflexiva para los profesores en primaria	
John Henry Fernández Gutiérrez y Bartolomé Vázquez-Bernal.....	171
28. Didáctica y creatividad científica: las dos caras de una moneda para alcanzar la excelencia	
Javier Esparza, María José Ruiz, Mercedes Ferrando, Carmen Ferrándiz y María Salazar	177
29. Análisis de la implementación de cuestionarios basados en el juego mediante herramientas TIC en secundaria	
Ane Garate Letona y Virginia Pascual López.....	183
30. ¿De dónde sopla el viento? Orientando el patio de la escuela para determinar la dirección del viento	
Sergio Rosa, Rubén Limiñana, Asunción Menargues, Isabel Luján, Carolina Nicolás, Sandra Rey y Joaquín Martínez-Torregrosa	189
31. La argumentación en una actividad de enzimas en Secundaria	
M ^a Peregrina Varela Caamiña, Paloma Blanco Anaya y Joaquín Díaz de Bustamante.....	195
32. ¿Influye el estilo docente en la transferencia que el alumnado lleve a cabo del concepto de función?	
Begoña Burgoa Etxaburu, Neus Sanmartí Puig y Teresa Nuño Angós.....	201
33. El concepto de ser vivo en el alumnado de educación primaria	
Juan Carlos Rivadulla López, María Jesús Fuentes Silveira y Carolina De La Encina Vázquez.....	207

34. Percepción del bienestar animal en alumnos de Educación Secundaria, un estudio comparativo de centros Carmen Manjón Tornero y Francisco González García.....	213
35. Estado actual de la enseñanza de la geología en la formación inicial de los maestros Jaime Delgado Iglesias, M. Amelia Calonge García, M. Dolores Fernández Alonso, Óscar Álvarez Alonso y Ana Gago Mencía	219
36. Avaliação da aprendizagem: análise dos testes de Ciências Naturais Jucimar Silva dos Reis, Maria José Rodrigues, Renato Fernando Menegazzo e Carla Bianca Santana de Souza.....	225
37. Actividades desafío no estructuradas en los primeros cursos de los grados de ingeniería Javier Vijande López e José Benito Vázquez Dorrío.....	231
38. Modelo interpretativo para el análisis de clases Sonia Beatriz González y Consuelo Escudero	237
39. Conceções de ensino-aprendizagem de docentes de Física Quântica do ensino superior Natália Pimenta e Maria Inês Ribas Rodrigues.....	243
40. La clase invertida en la enseñanza de la electroquímica Aurora Ramos Mejía.....	249
41. Retos y posibilidades para la implementación de una secuencia para la educación científica intercultural Alejandra García Franco Alma Adrianna Gómez Galindo y José de la Cruz Torres Frías.....	255
42. Redes de cooperação nos programas de pós-graduação em Ecologia no Brasil: possibilidades e desafios presentes Camila Ferreira Pinto das Neves, Daniele Simões Borges, Neusiane Chaves de Souza, Alessandra Nery Obelar da Silva y Gionara Tauchen.....	261

- 43. Aspectos sobre educação ambiental discutidos em sala de aula na percepção de alunos brasileiros: um estudo de caso**
 Quézia G. S. da Rocha e Rosebelly Nunes Marques 267
- 44. Experimentação envolvendo a influência da Temperatura em Reações Químicas**
 Amanda Maria Vieira Mendes Sales e Verônica Tavares Santos Batinga 273
- 45. Iniciativas de ativismo ambiental com futuros professores: potencialidades e limitações**
 Elisabete Linhares e Pedro Reis..... 279
- 46. El diseño curricular en química. Clave para una educación contextualizada**
 María Esther Téllez Acosta y Jonatan López Castillo 285
- 47. Pigmentos Inorgânicos aproximando a História da Ciência e o Ensino de Química**
 André Luís Della Volpe e Rosebelly Nunes Marques 291
- 48. El papel de la acción compartida en la construcción de pruebas durante un experimento de Física**
 Diana Berenice López Tavares, Alma Adrianna Gómez Galindo y José de la Cruz Torres Frías 297
- 49. Concepciones de los futuros maestros de primaria acerca de la naturaleza de los modelos sobre el tópico de las estaciones**
 Natalia Jiménez-Tenorio y Lourdes Aragón Núñez..... 303
- 50. Una experiencia de clase invertida o *flipped classroom* en Bachillerato: aprendiendo Óptica Geométrica**
 Carlos Ferreira-Gauchía..... 309
- 51. A natureza transdisciplinar dos clubes de ciências: para além da pesquisa, a construção do sujeito**
 Mônica da Silva Gallon, Nathália Fogaça Albuquerque e João Bernardes da Rocha Filho..... 315

52. Práctica de laboratorio: Síntesis y caracterización de geles consolidantes, hidrofugantes y autolimpiantes M ^a Luisa Almoraima Gil, María Jesús Mosquera, Farid Elhadad, Manuel Luna, Luis Martínez, Rafael Zarzuela y Jose María Oliva	321
53. Aprendizaje de la química inorgánica experimental a través de metodologías activas Garikoitz Beobide, Oscar Castillo, Antonio Luque, Sonia Pérez-Yáñez y Javier Cepeda.....	327
54. ¿Las ilustraciones de los libros de texto están diseñadas para aprender? Asunción López-Manjón y Yolanda Postigo	333
55. Laboratório didático no contexto da formação de professores em Química Neusiane Chaves de Souza, Daniele Simões Borges, Camila Ferreira Pinto das Neves, Alessandra Nery Obelar da Silva e Gionara Tauchen	339
56. “La oxidación de los metales: una reacción química” - ECBI en Educación primaria María Díez Ojeda y Nuria Rovira Yáñez.....	345
57. Uma discussão curricular no espaço da formação de professores de Química por meio de uma sequência de ensino com enfoque CTS Bruna Roman Nunes e Maria do Carmo Galiuzzi.....	351
58. Carácter investigativo e informativo de perguntas sobre “Água” de estudantes do Ensino Fundamental Cristiano Centeno Specht, Camila Carvalho Souza, Marcus Eduardo Maciel Ribeiro e Maurivan Güntzel Ramos	357
59. MUST project: Development of Physics teaching sequences in Moodle Luis Gonzalez Cortés, Emilio Moncho Gascón and Bernat Martínez Alemany	363
60. Caracterización de la práctica educativa de docentes universitarios en clases de laboratorio Germán Hugo Sánchez, Héctor Santiago Odetti y María Gabriela Lorenzo	369

61. <i>Aedes aegypti</i> e questões sociocientíficas para uma abordagem socioecológica de saúde Liziane Martins, Grégory Alves Dionor, Dália Melissa Conrado e Nei Nunes-Neto.....	375
62. Creencias de los maestros/as en formación inicial sobre las ciencias y su enseñanza-aprendizaje. Un estudio de caso en Ecuador Marcia Eugenio y Rafael Suárez-López	381
63. Validation of a rubric for peer evaluation in University teaching María Dolores Víctor Ortega and Diego Airado Rodríguez.....	387
64. La motivación y las estrategias de aprendizaje en estudiantes de cálculo diferencial Oscar Andrés Cuellar Rojas, Dany Esteban Gallego Quiceno, Jairo Andrés Sastoque Zapata y Jorge Eliécer Villarreal Fernández	393
65. “Nuestro cuerpo en movimiento”. Adquisición de competencias científicas a través de experimentos con sensores Juan Ramón Ramírez, Montserrat Tortosa, Fina Guitart y Carme Artigas.....	399
66. A importância da formação continuada nas escolas do campo Sicero Agostinho Miranda, Elaine Corrêa Pereira e Leandro da Silva Saggiomo	405
67. Perspectiva de los maestros sobre la enseñanza de las ciencias por indagación Javier Montero-Pau y Paula Tuzón.....	411
68. A perspectiva sociocientífica no ensino de ciências Glessyan de Quadros Marques y Marcia Borin da Cunha	417
69. ¿Cómo se transmiten los contenidos hacia el bienestar animal en los libros de texto de Educación Primaria? Teresa Román y Elena Charro	423

70. Investigando el conocimiento didáctico del contenido de profesores de física: un caso de estudio	
Lina Viviana Melo-Niño y Ramiro Sánchez Baltasar.....	429
71. Formas de pensar o conceito de energia que emergem nas falas de licenciandos em Física e em Química	
José Euzébio Simões Neto e Edenia Maria Ribeiro do Amaral	435
72. Uso do lúdico no ensino de física: contribuições pedagógicas em uma turma de Ensino Médio	
Luciana Lima de A. da Veiga e Ligia Cristina F. Machado.....	441
73. Percepção de estudantes do Ensino Médio sobre a utilização das TIC nas aulas de Ciências	
Miguel da Camino Perez e João Batista Siqueira Harres.....	447
74. Aprendizagem colaborativa facilitada por recursos tecnológicos: Software One Driver®, smartphone e computador	
Rafael Scheffer Pacheco e Regis Alexandre Lahm.....	453
75. Jogos e TDIC: ludicidade como alternativa metodológica no ensino de física	
Diego Soares Amorim e Eugenio Maria de França Ramos.....	459
76. Percepções sobre as monitorias de Cálculo e Física: estudo de caso em uma IES com cursos de engenharia	
Caren Rejane de Freitas Fontella, Jeronimo Becker Flores e Valderez Marina do Rosário Lima	465
77. Vivências da escola básica influenciam a prática docente?	
Valderez Marina do Rosário Lima, Marcia Zschornack Marlow Santos.....	471
78. Experiências inovadoras em trabalhos de um grupo de pesquisa com Ensino de Ciências e Educação Ambiental	
Alessandra Aparecida Viveiro e Maria Cristina de Senzi Zancul	477

- 79. Desarrollo de procesos argumentativos y su relación con el aprendizaje del concepto tejido muscular**
 José Fernando Betancourt Tabares, Adriana Cardona Muñoz, Germán Castaño López, Mónica Alexandra Henao Flores, Sandra Elvira Loaiza Rodríguez, Diana Lizeth Londoño López, Sandra Milena Melo Marín, Pedro Pablo Pájaro Castillo, José Dauini Pineda Gaitán, Ana Yamile Pineda Lemus, Ana Milena Toro Campuzano, Sandra Patricia Trejos Betancurt, Margarita Alejandra Martínez Ruiz, Francisco Javier Ruiz Ortega, Jairo Alejandro Sánchez, Yoanny Andrés Patiño, Valentina Cadavid, José Mauricio Rodas y Omar David Tamayo 483
- 80. Correlações entre as construções históricas e as concepções de alunos sobre a combustão**
 Débora Piai Cedran e Jaime da Costa Cedran..... 489
- 81. Videogames e ensino de Física: possibilidades e inovações didáticas**
 Oaní da Silva da Costa e Eugenio Maria de França Ramos 495
- 82. Ideas previas sobre el concepto de automatismos en alumnos de 3º de la ESO**
 Leandro López González, Antonio de Pro Bueno y Sandra Jiménez Rejón..... 501
- 83. Vídeos como apoyo a la comprensión de cálculos estequiométricos referidos a fórmulas químicas**
 María I. Vera, Irene Lucero, Marta Stoppello, Liliana Giménez y Raquel Petris..... 505
- 84. Percepção de los estudiantes sobre una propuesta de enseñanza usando filmaciones**
 Adriana Lescano, Cecilia Culzoni y Jesica Puy 511
- 85. Filmes de ficção científica e o Ensino de Física: a experiência didática do “Cine Física”**
 Rachel Deboni Papa, Eugenio Maria de França Ramos e João Eduardo Fernandes Ramos 517
- 86. Teoria Motivacional e Educação em Ciências para Sustentabilidade Energética**
 Sam da S. Devincenzi, Fernanda P. Mota, Fernando P. Tolêdo, Jonas Casarin e Silvia S. da C. Botelho 523

87. Proposta de uma disciplina de pós graduação voltada para o ensino lúdico das ciências da saúde Maria Eveline de Castro Pereira e Barbara Cristina E. P. Dias de Oliveira	529
88. A experiência clínica simulada no ensino de enfermagem: percepção dos estudantes Cristina Pinto, Ilda Fernandes e Adelino Pinto	535
89. Laboratórios investigativos: uma proposta para o ensino de ciências Bruna Kariny da Silva e Daniel Gardelli	541
90. Formação inicial de professores de Física e o desenvolvimento de projetos de ensino Eugenio Maria de França Ramos e Bernadete Benetti.....	545
91. Investigando o conhecimento pedagógico do conteúdo sobre reações de oxirredução de professores de química Luciane Fernandes de Goes e Carmen Fernandez	551
92. Estudo da interdisciplinaridade nas perguntas dos estudantes sobre “Água” Estrella Thomaz, Maurivan Güntzel Ramos e Lisandra Catalan do Amaral	557
93. Desafios e inovação para o Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental Bernadete Benetti e Eugenio Maria de França Ramos.....	563
94. Análise do conhecimento profissional a partir da perspectiva dos alunos utilizando uma metodologia qualitativa e quantitativa Gildo Giroto Junior e Carmen Fernandez	569
95. Implementación de situaciones contextualizadas para la construcción del concepto de campo eléctrico y magnético en estudiantes de Licenciatura en Matemáticas y Física Andrés Daniel Robles Arias, Angela Julieth De Alba Nieves y Juan Bautista Pacheco Fernandez	575

96. La formación social del ingeniero a través de la capacidad de comunicación oral y escrita María Gabriela Albor, Víctor Manuel Feregrino y Fabiola Elizabeth Luna	581
97. O “saber analisar criticamente o ensino habitual” na formação de professores de Química Débora Piai Cedran, Jheniffer Micheline Cortez dos Reis, Murillo Sotti da Silva e Neide Maria Michellan Kiouranis	587
98. Un espacio universitario para que alumnos de escuela primaria desarrollen habilidades en ciencias Marcela Fejes, Jessica A. S. Borges, Danielle S. C. Shinzato y Vanessa Alvares dos Santos.....	593
99. Percepções sobre os Trabalhos de Campo na Formação de Professores em Geociências e Educação Ambiental Naiane Pereira de Melo e Ermelinda Moutinho Pataca	599
100. Uma análise do discurso dos autores de textos didáticos sobre a Física de Partículas Elementares Leandro Londero e Adriana Bortoletto	605
101. O trabalho docente dos professores formadores na Licenciatura em Química Váldina Gonçalves da Costa	611
102. Definindo espécies nativas e exóticas: práticas educativas no ensino fundamental Mariana de Souza Proença e Rossano André Dal-Farra	617
103. O potencial das questões sociocientíficas para argumentação, mobilização e exploração de conceitos físicos: o caso da eletrossensibilidade Danilo Okimoto, Adriana Bortoletto, Luis Eduardo Birello Arenghi e Leandro Londero.....	623
104. O conhecimento docente no contexto do PIBID Keysy S. C. Nogueira, Elaine P. Cintra e Carmen Fernandez.....	629

105. A formação de professores de Química para a inclusão: deficiência visual em foco Juliana Barretto de Toledo e Rosebelly Nunes Marques	635
106. Cómo depende la competencia en la estimación de la densidad de los datos sensoriales María Napal y Julia Ibarra	641
107. Abordagem ao conceito de densidade com recurso a simulações. Uma experiência na formação de professores Marisa Correia	647
108. Concepções dos professores a cerca do raciocínio informal nas aulas de ciências Adriana Bortoletto	653
109. Trabajos prácticos. La indagación como estrategia Gisela Hernández Millán, Myrna Carrillo Chávez, Norma Mónica López Villa, Elizabeth Nieto Calleja y Gabriela Pedrero Hernández.....	659
110. Determinación de coeficientes estequiométricos. Una experiencia de laboratorio con énfasis en la argumentación Elizabeth Nieto Calleja y Gisela Hernández Millán	665
111. Una aplicación de la Teoría Clásica de Ítems a evaluaciones en ciencias David Sergio Rossi y Ema Elena Aveleyra	669
112. O uso da modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental Vicente Henrique de Oliveira Filho e Gilberto Tavares dos Santos	675
113. Una primera aproximación a las preferencias instruccionales de los estudiantes de educación secundaria Óscar J. del Campo, Joan Josep Solaz-Portolés y Vicente Sanjosé.....	681

31. La argumentación en una actividad de enzimas en Secundaria

M^a Peregrina Varela Caamiña¹, Paloma Blanco Anaya² y Joaquín Díaz de Bustamante³

Departamento de Ciencias Experimentales, Universidad de Santiago de Compostela

¹tita.varela@usc.es, ²paloma.blanco@usc.es, ³joaquin.diaz@usc.es

Resumen

En este trabajo se analiza la argumentación que sigue un grupo de 4º de ESO en la resolución de una actividad de laboratorio relacionada con un proceso enzimático. Los resultados muestran que los estudiantes son capaces de generar argumentos para defender su explicación a la reacción enzimática observada.

Palabras clave

Argumentación, datos, explicaciones, proceso enzimático.

Introducción

En este trabajo se complementa la comunicación “El uso de modelos en una actividad de enzimas en Secundaria” (Varela Caamiña, Blanco Anaya y Díaz de Bustamante, en este congreso), en el cual se analizan los modelos empleados por los estudiantes para proporcionar una explicación ante la observación de un proceso enzimático. En el presente estudio, nos centramos en analizar los argumentos elaborados por los estudiantes.

En la elaboración de explicaciones en pequeño grupo, los estudiantes emplean dos tipos de destrezas. Por un lado, la modelización, pues el modelo que presentan corresponderá al marco teórico de dicha explicación, y, por otro lado, la argumentación ya que, de los integrantes, al trabajar en grupo, ha de justificar por qué un modelo es más adecuado que otro, haciendo uso de las pruebas disponibles. En la actividad que se presenta los estudiantes han de poner en práctica ambas destrezas científicas, no obstante, se analizaron por separado.

Así, el propósito de este estudio consiste en examinar los argumentos elaborados por los estudiantes, para justificar si los datos empíricos obtenidos permiten explicar las diferencias observadas en ambas reacciones enzimáticas.

Marco teórico

Desde hace algunas décadas en el campo de la didáctica de las ciencias se investiga sobre la forma de favorecer la construcción del aprendizaje de las ciencias. En este sentido, algunos autores consideran que la argumentación es una parte importante de este aprendizaje, porque al exteriorizar sus ideas y hacer públicos sus conocimientos, pueden evaluarlos, cambiarlos y mejorarlos (Kuhn, 1993, entre otros).

Existen diferentes definiciones para el término argumentación. En este trabajo la definición que tomamos es la indicada por Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003) como “la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes” (p. 361), ya que los estudiantes exponen sus ideas, argumentan entre ellos para poder llevar a cabo la actividad, utilizando los datos empíricos obtenidos en una primera tarea.

El uso de pruebas es entendido como uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias. Por ello es importante proporcionar en el aula de ciencias situaciones que promuevan la argumentación, ya que estas situaciones favorecen que los estudiantes comprueben sus propias visiones del entorno. Como dicen Buitrago, Mejía y Hernández (2013) cuando el estudiante argumenta le damos la posibilidad de encontrar analogías o semejanzas entre el modelo teórico, que es abstracto y la recreación teórica del fenómeno estudiado.

En la propuesta didáctica que aquí se presenta, los estudiantes han de argumentar utilizando 1) el modelo escolar enzima-sustrato y 2) empleando los datos obtenidos en el experimento, para dar respuesta a una actividad abierta de laboratorio.

La línea de investigación en la que se enmarca este trabajo corresponde a cómo los estudiantes integran las pruebas y las teorías en las justificaciones durante el discurso argumentativo. Para representar esto nos servimos del patrón de argumentación de Toulmin (1958), ya que nos permite visualizar qué usan los estudiantes como pruebas para defender sus explicaciones. En este patrón de argumentación, Toulmin establece que los componentes principales del argumento son los datos, las justificaciones y las conclusiones, pero además de estos componentes existen otros auxiliares que completan el argumento, como las refutaciones.

Descripción de la tarea

La tarea propuesta está dividida en dos partes:

Act. 1: “Acción catalítica de los enzimas”: diseñada para familiarizar a los estudiantes con el material, la reacción y su cinética. Los estudiantes tienen que observar qué ocurre al añadir en diferentes tubos de ensayo que contienen la misma cantidad de agua oxigenada una porción semejante de hígado, de patata y

de arena. La arena sirve para observar que no siempre se produce reacción, por lo que no es relevante para la segunda parte.

Act. 2: “¿Por qué paró la reacción con el hígado?” y Act. 3: “¿Por qué paró la reacción con la patata?”: Segunda parte, planteada como un problema doble. Pretendemos que los estudiantes tengan la oportunidad de usar sus capacidades de pensamiento para realizar una actividad sin protocolo (Marques y Tenreiro-Vieira, 2006), en la que deben elaborar una explicación a lo observado partiendo del modelo escolar enzima-sustrato y comprobar su explicación mediante un diseño experimental, que en el presente estudio no se aborda.

Al comienzo de la primera parte se les explicó el modelo escolar y al de la segunda, se les entregó un material teórico sobre el funcionamiento de los enzimas, sus propiedades y los factores que les afectan, así como la representación del modelo escolar de la reacción que se produce entre el enzima y el sustrato (figura 1).



Figura 1. Representación del modelo escolar de la interacción enzima sustrato, donde E representa al enzima, S al sustrato, ES al compuesto intermedio, denominado complejo enzima-sustrato, y P al producto de la reacción

Metodología

La metodología utilizada en nuestra investigación se centra en un estudio cualitativo, en concreto en el estudio de caso, en el cual analizamos los argumentos desarrollados por los estudiantes.

En este estudio participaron 34 estudiantes agrupados en 8 pequeños grupos, de los cuales aquí se analiza el grupo E, compuesto por cuatro chicas, de 4º de ESO (15-16 años) que cursan la asignatura de Biología y Geología cuyos nombres fueron sustituidos por pseudónimos para mantener el anonimato y comienzan por la misma letra del grupo asignado.

La toma de datos se llevó a cabo durante dos sesiones de aproximadamente cuarenta minutos cada una en el aula-laboratorio, en la primera sesión los estudiantes elaboraron la primera parte de la actividad y en la segunda sesión realizaron la segunda parte de la tarea. La recogida de datos se realizó a partir de grabaciones en vídeo y audio, que posteriormente se transcribieron, el informe escrito del grupo y las anotaciones de campo de la investigadora.

El análisis de la argumentación se realiza a partir del discurso natural de los componentes del grupo, y con la ayuda del esquema propuesto por Toulmin (1958) se identifican los elementos de los argumentos co-construidos por los estudiantes.

Resultados y discusión

Los argumentos con los que justifican los modelos, para explicar por qué se detienen las reacciones, se fundamentan en tres tipos de datos: a) las reacciones paran (dato empírico, observación); b) el tejido se descompone (dato empírico, observación) y c) aumento de la concentración de sustrato (dato de la tarea).

El dato al que apelan en primer lugar para generar su primera explicación es “no hay más reacción” (t. 152.3, Elsa), el cual es justificado indicando que los enzimas son tejidos, por lo tanto, cuando el tejido está descompuesto se detiene la reacción, argumento que se recoge en la figura 2. Este argumento les permite validar el modelo E₁ “el tejido se descompone”. No obstante, las justificaciones que aportan para relacionar los datos con sus conclusiones no son adecuadas, puesto que consideran a los enzimas tejidos (hígado), a lo que Elisa denomina “chicha”, de esto interpretamos que consideran que el enzima y el sustrato forman parte del hígado y no tienen en cuenta el agua oxigenada como sustrato.

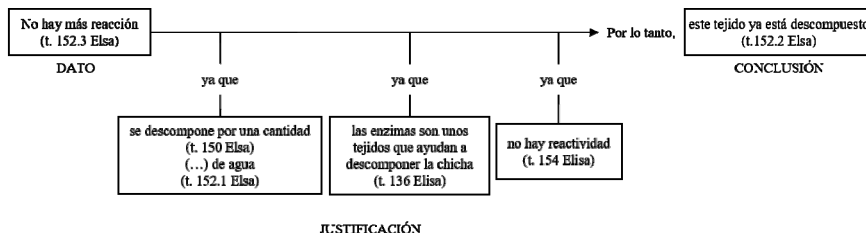


Figura 2. Representación del argumento a partir del cual interpretamos el modelo E₁ “El tejido se descompone”

Estela no está conforme con el argumento de Elsa y Elisa, por lo que elabora otra explicación con la que complementa al modelo E₁. Con los datos tomados de la tarea, Estela explica las diferencias en las reacciones enzimáticas comparando la cantidad de sustrato con la cantidad de reacción, es decir, Estela justifica que cuanto menos líquido hay (sustrato) más cantidad de reacción se produce, porque hay más cantidad de enzima, de lo que Elisa concluye que si hay menos líquido hay más reacción (argumento en figura 3). Con este argumento se justifica el modelo E₂ “La reacción depende de la cantidad de sustrato”. Sin embargo, no explica el por qué se detienen las reacciones.

Para comprobar si sus conclusiones son o no adecuadas, el grupo realiza un experimento que consiste en coger mayor cantidad de sustrato (agua oxigenada) y añadir nuevas muestras de hígado y patata para ver qué ocurre. Como el resultado es el mismo que el observado en la primera actividad, porque no modificaron ninguna variable, concluyen que sus explicaciones son correctas.

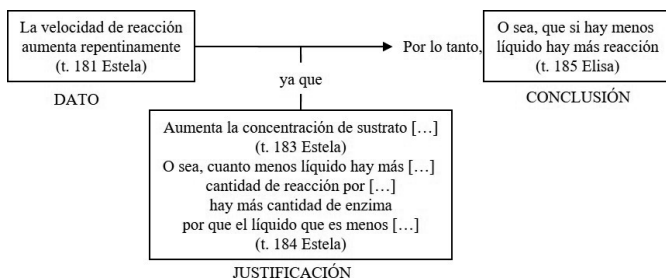


Figura 3. Representación del argumento a partir del cual interpretamos el modelo E₂ “La reacción depende de la cantidad de sustrato”

Conclusiones e implicación educativa

Considerando los resultados, concluimos que las alumnas son capaces de elaborar argumentos con los que sustentar sus modelos. Estos argumentos son incompletos, pobres y no recogen el modelo enzima-sustrato, lo que nos indica que tienen dificultades para entender la complejidad del proceso de diseño de experimentos. Como observamos, en ningún momento de la actividad consideraron que las muestras podrían tener un comportamiento diferente, puesto que no realizaron ningún experimento para comprobar por qué pararon las reacciones.

Como implicación educativa es necesario propiciar el discurso argumentativo para mejorar la articulación de los datos en las justificaciones, incrementando la calidad de los argumentos.

Referencias bibliográficas

- Buitrago, A. R., Mejía, N. M. y Hernández, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Revista Innovación Educativa*, 13 (63), 17-40.
- Jiménez Aleixandre, M. P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 359-370.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77 (3), 319-337.
- Marques Vieira, R. y Tenreiro-Vieira, C. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3 (3), 452-466.
- Toulmin, S. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

