



การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ เพื่อส่งเสริม การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

The Development of Learning Management via Brain-based Learning on Water Cycle to Promote Scientific Reasoning for Grade 5 Students

วราพร แสนกั้ง¹ และเนตรชนก จันทร์สว่าง²

Waraphon Saenkang¹ and Netchanok Chansawang²

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม¹

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม²

Master of Education Program in Science Education, Faculty of Education, Rajabhat Mahasarakham University¹

Faculty of Science and technology, Rajabhat Maha Sarakham University²

Corresponding author e-mail: waraphon1859@gmail.com¹, scirmu2564@gmail.com²

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานตามแนวคิด เรื่อง วัฏจักรของน้ำเพื่อส่งเสริม นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 คน ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนหนองโนวิทยาคม ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องวัฏจักรของน้ำของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6 เรื่อง วัฏจักรของน้ำ ด้วยข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที มีค่าความเที่ยงตรง IOC เท่ากับ 0.60-1.00 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.87 สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบที่ t-test dependent-samples .

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินแผนการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน ทั้ง 6 ด้าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน มีค่าเท่ากับ 4.50 (S.D = 0.50) หมายความว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่องวัฏจักรของน้ำ มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน, การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.



ABSTRACT

The objectives of this research were to: 1) develop learning Management via Brain-based learning management on Water Cycle to promote scientific reasoning and analytical thinking for grade 5 students, 2) investigate students' scientific reasoning and analytical thinking of the students learning via brain-based learning management activity. Subjects were 15 of grade 5 students from Nongnowitayakhom School gained by purposive sampling technique. The research tools include: 1) 6 learning management plans for 12 hours, 2) A Scientific Reasoning Test, 20 items of multiple choices with IOC between 0.60-1.00, discrimination index between 0.27-0.80, and reliability at 0.87. The data analysis statistics were percentage, mean, standard deviation and t-test dependent-samples.

The research found that, 1) The qualities of learning management via brain-based on water cycle to promote scientific reasoning management plans for grade 5 students from the 3 experts in all 6 areas. It found the most level on the learning management average at 4.50, and standard deviation average was 0.50. 2) Students had scientific reasoning score in post-test higher than those in pre-test score at the .05 level of significance.

Keywords: brain-based learning management, scientific reasoning.



บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 โลกเริ่มเปลี่ยนแปลงไปสู่ ยุคที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นตัวขับเคลื่อน การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทำให้สังคมโลกในปัจจุบันและอนาคตเข้าสู่สังคมใหม่ ที่มีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมเป็นเครื่องมือในระบบการผลิต โดยมีคนเป็นสื่อกลาง ที่สำคัญในการกระจายความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป การสร้างความรู้ ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ให้กับคนในชาติ เป็นเรื่องที่สำคัญ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางทาง ด้านวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ การรู้วิทยาศาสตร์ คือการเข้าใจในโมทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอที่จะตัดสินใจลงข้อสรุปจากเหตุการณ์นั้น (NCREL, 2003) ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพราะเป็นความรอบรู้ที่จำเป็นและมีส่วนในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ (Laugksch, 2000) สมรรถนะที่บ่งชี้ถึงการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การประเมิน กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการแปลความหมายของข้อมูล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการรู้วิทยาศาสตร์ (Giere, 1991) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Abate, 2020) เป็นการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ โดยจุดเน้นหลักของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือการแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้น (Osborne, et al., 2001) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนกระบวนการคิดที่สัมพันธ์กับการค้นหาสาเหตุจนกระทั่งถึงการสร้างข้อสรุป โดยใช้กระบวนการให้เหตุผลเพื่อมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของแนวคิด ทฤษฎีกับหลักฐานเชิงประจักษ์ ที่มีความจำเป็นในการดำเนินชีวิต ดังนั้นการเข้าใจการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้แย่งทางวิทยาศาสตร์ และค้นพบวิธีการแก้ปัญหาไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (Best, 1997) ซึ่งจะเกิดแนวคิดที่เป็นข้อมูล

เบื้องต้นของการเริ่มศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบในการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดที่หาความหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่ง ที่ปรากฏตามธรรมชาติกับสิ่งที่มนุษย์ต้องการรู้โดยใช้เหตุผลและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิม (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2542) ดังนั้นการให้เหตุผลจึงเป็นทักษะขั้นสูงที่ต้องบูรณาการกับสมรรถนะสำคัญในหลายด้าน เพื่อให้คนเรียนสามารถตัดสินใจด้วยเหตุผลได้อย่างถูกต้องบนพื้นฐานของการรู้วิทยาศาสตร์ (วรัญญา จำปามูล, 2555) นอกจากนี้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังเป็นองค์ประกอบสำคัญ ในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลไว้ว่า นอกจากการตั้งคำถาม ถกเถียงกันกับเนื้อหาวิชา การจะเป็นการฝึกความคิดแล้วยังเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้อีกด้วย การพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลได้ จึงเป็นจุดประสงค์ ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์ (Osborne, 2001) ซึ่งในการจัดกิจกรรม ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน ครูจะต้องให้โอกาสนักเรียนได้ มีการแสดงความคิดเห็น และอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ จนสามารถนำไปสู่การเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จึงเป็นพื้นฐานทางความคิดที่สำคัญต่อ ประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อนำไปสู่พลเมืองที่มีคุณภาพมีศักยภาพ ซึ่งการให้เหตุผลมีบทบาท สำคัญในการพัฒนาความสามารถและความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการพัฒนาที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning) ถือได้ว่าเป็นการปฏิรูปการเรียนรู้ที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งการปรับกระบวนการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ร่วมกัน ฝึกการทำงานด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนา และเกิดการเรียนรู้ สามารถนำประสบการณ์ที่ผ่านการฝึกไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างคล่องแคล่ว (ลักขณา สิริวัฒน์, 2559)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยการผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างสมดุลกันรวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่พึงาม สอดคล้องกับ



Caine (1990) กล่าวถึงแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมอง เป็นฐาน เป็นการนำองค์ความรู้เรื่องสมอง และธรรมชาติการเรียนรู้ ของสมองมาใช้ ในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ ทั้งในด้านการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเสริมสร้างประสบการณ์ทำให้เด็กสนใจ เข้าใจและรับไว้ในความทรงจำระยะยาว ทั้งยังสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ มาใช้ประโยชน์ ได้อย่างเหมาะสมเป็นการสร้างศักยภาพสูงสุด ในการเรียนรู้ของมนุษย์อีกประการหนึ่งสอดคล้องกับที่ Jensen (2000) กล่าวว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสมองเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญและเป็นการเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ การมองเห็น การฟัง การสัมผัส การชิมรส การดมกลิ่นเด็กได้แสดงออกอย่างอิสระ เป็นการจัดประสบการณ์ที่ซ้ำ ๆ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากการศึกษา พบว่าการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีข้อดีคือ ทำให้เด็กเกิดการ ตื่นตัวแบบผ่อนคลาย สร้างบรรยากาศให้เด็กไม่รู้สึกลำบากเหมือน ถูกกดดัน แต่มีความท้าทาย ชวนให้ค้นคว้าหาคำตอบ ส่งผลให้การ จัดการเรียนการสอนมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างชัดเจนตามกระบวนการ ของรูปแบบ และสามารถดำเนินการเรียนการสอนได้อย่างต่อเนื่อง เช่นนักศึกษาได้รับการกระตุ้นความสนใจ และการเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ เช่น การดึงความรู้เดิม เพื่อเตรียมเชื่อมโยง ความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้น ของการเรียนรู้มีการจัดบรรยากาศ การเรียนการสอนที่เป็นการกระตุ้น ให้เกิดการเรียนรู้ จากการศึกษา หลักการของ การจัดการเรียนการสอน โดยใช้สมองเป็นฐาน ดังที่ ได้กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของการส่งเสริม ความสามารถในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงมีความสนใจที่จะนำรูปแบบ การเรียนโดยใช้สมองเป็นฐานซึ่งเป็นการเรียนรู้ ที่สามารถ นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้อีกวิธีหนึ่ง มาทดลองบสอนนิสิตวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องวัฏจักรของน้ำ เนื่องจากเห็นว่าเนื้อหาเกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติ ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโลกและในท้องถิ่นของตนเองเพื่อพัฒนา ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพ มากขึ้น นอกจากนั้นยังเป็นแนวทางสำหรับครู ในการนำรูปแบบการ เรียนโดยใช้สมองเป็นฐาน ไปประยุกต์ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์

ทำให้ผู้สอน มีแนวทางในการทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนในสาขาวิทยาศาสตร์ต่อไป สอดคล้องกับ งานวิจัยของ ดวงกมล ชาญศิริวัฒนา (2553) ที่ทำการวิจัยที่พัฒนา แผนการพัฒนาแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ตามแนวคิด เรื่อง วัฏจักรของน้ำ เพื่อส่งเสริมนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนโดยใช้แผนการ จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

สมมุติฐานการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่องวัฏจักรของน้ำ มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบวิจัยและพัฒนา โดยแบ่งการ วิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1.1 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 15 คน เป็นเพศชาย 5 คน เพศหญิง 10 คน โรงเรียนหนองโนวิทยาคม โดยวิธี เจาะจง



2. ขอบเขตด้านตัวแปรที่จะศึกษา

ตัวแปรที่จะศึกษา ได้แก่

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สองพื้นฐาน

ตัวแปรตาม คือ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วัฏจักรของน้ำ ประกอบด้วย 6 แผนเรียนรู้ ได้แก่ 1) แหล่งน้ำบนโลก 2) การเกิดเมฆและหมอก 3) การเกิดน้ำค้าง และน้ำค้างแข็ง 4) การเกิดหยาดน้ำฟ้า 5) วัฏจักรน้ำ 6) การใช้ น้ำอย่างประหยัดและการอนุรักษ์น้ำ

4. ขอบเขตด้านเวลา

ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนา เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้สองพื้นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรของน้ำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง
2. แบบแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6 เรื่อง วัฏจักรของน้ำ ด้วยข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที ตามแนวคิดของ Lawson 4 ด้าน ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย มีค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (IOC) เท่ากับ 0.60-1.00 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.87

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบแผนกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ดำเนินการทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เป็นข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Lawson 4 ด้าน ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย

2. ผู้วิจัยแนะนำวิธีการเรียน และบทบาทของนักเรียน ในการเรียนรู้ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สองพื้นฐาน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของน้ำ

3. ดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สองพื้นฐาน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของน้ำ กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

4. เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนการดำเนินงาน ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ (Post-Test) กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายอีกครั้ง โดยใช้แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของน้ำ เป็นข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที และแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที หลังเรียนโดยใช้ข้อสอบชุดเดิม

5. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลที่ได้จากการทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สองพื้นฐาน โดยใช้เครื่องมือทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S) (ไพศาล วรคำ, 2564) โดยใช้เกณฑ์การประเมินของ Best ดังนี้



ค่าเฉลี่ยการแปลผล

- 4.51-5.00 ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
 3.51-4.50 ความเหมาะสมในระดับมาก
 2.51-3.50 ความเหมาะสมในระดับปานกลาง
 1.51-2.50 ความเหมาะสมในระดับน้อย
 1.00-1.50 ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

2. วิเคราะห์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยใช้แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Lawson 4 ด้าน จำนวน 20 ข้อ โดยแบ่งเป็นด้านละ 4 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S) และค่าร้อยละ (Percentage: %) และใช้การทดสอบที่ t-test dependent-samples

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนานักกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการดำเนินการวิจัยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผน ซึ่งผู้สอนสามารถหาได้จากผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ แต่ละแผนที่ได้ประเมินการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน อีกทั้งการลงมือทดลองปฏิบัติจริง และการนำเสนอเพลง บัตรภาพ และชุดวิดิทัศน์ มาใช้เป็นการกระตุ้นให้การเรียนเกิดความน่าสนใจพบว่านักเรียนมีความสนุกสนานในการเรียนอย่างเห็นได้ชัด โดยผู้สอนได้นำมาใช้ผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	4.76	0.08	มากที่สุด
2. ด้านสาระสำคัญ	4.64	0.18	มากที่สุด
3. ด้านเนื้อหา	4.60	0.07	มากที่สุด
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.41	0.07	มาก
5. ด้านการวัดประเมินผล	4.32	0.04	มาก
6. ด้านสื่อ / แหล่งเรียนรู้	4.31	0.00	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินแผนการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน ทั้ง 6 ด้าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.50) หมายความว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เมื่อทำการวิเคราะห์รายด้านพบว่าด้านที่มีผลการประเมินสูงที่สุดคือด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, S.D. = 0.08) ด้านที่มีผลการประเมินรองลงมา คือ ด้านสาระสำคัญ ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.18) ด้านที่มีผลการประเมินรองลงมา คือ ด้านสาระการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.07) ด้านที่มีผลการประเมินรองลงมา คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.41$, S.D. = 0.07) ด้านที่มีผลการประเมินรองลงมา คือ ด้านการวัดประเมินผล ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.04) และด้านที่มีผลการประเมินต่ำสุด คือ ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.00) รวมรายด้านทั้งหมด 6 ด้าน ($\bar{X} = 4.45$, S.D. = 0.06) คะแนนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 0.94 คะแนนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 1.44 พบว่าคะแนนหลังเรียนของผู้เรียนดีขึ้นกว่าก่อนเรียน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาและเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน



เรื่อง วัฏจักรของน้ำ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ และเมื่อนำคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมก่อนและหลังเรียน มาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ Dependent-Samples t-test ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวม

ก่อนและหลังเรียน มาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ

Dependent-Samples t-test

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	n	$\bar{X}$	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	15	10.53	3.50	14	11.42	.000
หลังเรียน	15	16.53	2.05			

หมายเหตุ. *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.53 (S.D.=3.50) คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 16.53 (S.D.= 2.05) คะแนน t เท่ากับ 11.42 ค่า sig .000 หมายความว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปและอภิปรายผล

1. จากผลการศึกษาค้นคว้าที่พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน ทั้ง 6 ด้าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน มีค่าเท่ากับ ($\bar{X}$ = 4.50, S.D = 0.50) หมายความว่าแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจสืบเนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้ผ่านการพิจารณาตลอดจนการให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไขจาก

ผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ทางการจัดการเรียนการสอนและการจัดการเรียนการสอนเป็นจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุขกมล แสงวันดี (2560) ศึกษาแบบแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน และศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความฉลาดทางอารมณ์ระหว่างก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบแผนการเรียนการสอนตามแนวคิดสมองเป็นฐาน พบว่านักเรียนที่เรียนโดยแบบแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดสมองเป็นฐาน มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเป็นลำดับขั้นตอน สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของเด็ก โดยมีการจัดกิจกรรมที่ตอบสนองสมองซีกซ้ายและขวา ทำให้เด็กมีความสุขสนุกสนานในการเรียนรู้ มีการอภิปราย การบรรยาย การใช้เครื่องมือทางการเห็น การให้สิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติ การแสดงบทบาทตัวอย่าง การอ่าน การทำโครงการกลุ่ม การทำกิจกรรมคู่ ดังนั้นการให้ผู้เรียนเรียนรู้บางสิ่งบางอย่างได้ ก็ควรให้เขาได้พูด ได้ปฏิบัติ เนื่องจากสมองจะซึมซับข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เป็นส่วนเล็ก ๆ มาประสานต่อกันได้ทำให้รูปแบบและประสบการณ์ทำให้สมองของผู้เรียนรับรู้ได้มากขึ้น จนกระทั่งจับข้อมูลสำคัญได้ จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

2. การศึกษาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง วัฏจักรของน้ำ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากเพราะกิจกรรมในแผนที่เราสอนโดยใช้สมองเป็นฐานมันไปช่วยทำให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้อย่างเห็นได้ชัดตามลำดับอีกทั้งกิจกรรมที่จัดยังส่งเสริม ความสามารถในการใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลแสดงความเชื่อมโยง กันระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้นโดยพฤติกรรมที่

เกิดขึ้นดังกล่าวเป็นผลให้การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นถือได้ว่ารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดสมองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณค่า และมีความเหมาะสมในการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนทำงานเสร็จทันเวลาที่กำหนดจึงพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ Lawson ที่กล่าวว่า ความคิดของมนุษย์ที่ใช้แสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ และปิยพัทธ์ เปียกบุตร (2564) ที่ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การแบ่งชั้นบรรยากาศ ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน อยู่ในระดับสูงจำนวน 26 คน ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย อยู่ในระดับสูง จำนวน 18 คน ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยอยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน และด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัยอยู่ในระดับสูง จำนวน 20 คน และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภคพร อิศระ (2557) ที่ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้ผ่านรูปแบบการสอนด้วยการสอบถามโดยใช้ข้อโต้แย้งกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .05

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานไปใช้ ครูผู้สอนควรคำนึง ถึงสิ่งที่สำคัญที่สุดอีกประการหนึ่งคือการเข้าใจด้วยเด็กแต่ละคนย่อมแตกต่างกัน มีระดับ

ความอ่อนไหว มีความชอบ มีความรู้สึกต่างกัน แม้จะขึ้นชื่อว่างสมองเหมือนกัน แต่ก็อาจไม่ได้เหมือนกันหมดเสียทีเดียว

1.2 การจัดการเรียนการสอนผู้สอนควรเปิดใจให้กว้าง ยอมรับความคิดที่แตกต่างของนักเรียนแต่ละคน จึงอาจต้องใช้การสังเกตดูผลลัพธ์ของเด็กๆ แต่ละคนควบคู่ไปด้วยค่ะ ต้องอาศัยการประเมินผลอย่างชัดเจน เพื่อให้เรามองเห็นได้อย่างแท้จริงว่าเทคนิคหนึ่งๆ นี้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวังจริงๆ ไหม ถ้ายังไม่เกิด ปรับอย่างไร เปลี่ยน เสริม เพิ่ม หรือพัฒนาอย่างไรให้ได้ผลตามที่ต้องการ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้ด้านอื่น ๆ เช่น เปรียบเทียบ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสมองเป็นฐานกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อื่นๆ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้หรือการเรียนรู้แบบโครงงาน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก จากอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยและอาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขติดตามการวิจัยครั้งนี้ ให้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะครูโรงเรียนหนองโนวิทยาคม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่อนุญาตให้ดำเนินการทำวิจัย และขอขอบใจนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี



เอกสารอ้างอิง

- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2552). *การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงกลม ชาญศิริธนา. (2553). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐาน (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต)*.
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภคพร อิศระ. (2557). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบ
สอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่
มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้
เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนวิทยาศาสตร์ ภูมิภาค (วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลักขณา สิริวัฒน์. (2559). *การคิด*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วรัญญา จำปามูล. (2555). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน
การสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุขกมล แสงวันดี. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมอง
เป็นฐาน (BBL) ร่วมกับชุดกิจกรรมเกมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนชีววิทยาและความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสารครุศาสตร์สาร,*
16(2), 254-265.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553).
*ผลการประเมิน PISA 2012 การอ่าน คณิตศาสตร์ และ
วิทยาศาสตร์.3-คิว มีเดีย: กรุงเทพฯ.*
- ศิริวรรณ นัตรมณีนุจรเจริญ และปิยพัทธ์ เปียกบุตร. (2564).
*การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้
รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการแบ่ง
ชั้นบรรยากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสาร
ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 35(3), 57-70.*
- Abate, T. (2020). Assessment of Scientific Reasoning:
Development and Validation of Scientific
Reasoning Assessment Tool. *Eurasia Journal of
Mathematics Science and Technology Education,*
16(12), 1-15.
- Best, J. W. (1997). *Research in Education*. New York:
Prentice Hall.
- Caine, C. (1990). Brain Based Learning: Pedagogical
Implications. *Innovations in Indian Education
System,* 5(2), 83-90.
- Giere, R. N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning*.
Florida: Holt, Rinehart and Winston Inc.
- Jensen, E. (2000). Examining Pedagogical Practices
through Brain-Based Learning in Multiple
Intelligence Theory. *Dissertation Abstracts
International,* 65(8), 28-82.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific Literacy of Selected
South African Matriculants Entering Tertiary
Education: A Baseline Survey. *South African
Journal of Science,* 95(10), 427-432.
- NCREL. (2003). *enGauge 21st century skills: literacy in
the digital age. Available.* สืบค้นจาก
<http://www.ncrel.org/engauge/>. สืบค้น18 ตุลาคม 2563.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001).
Enhancing the quality of argument in school
science. *School Science Review,* 28(301), 63-70.