

ชื่อผลงานวิจัย (ไทย)

ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ชื่อผลงานวิจัย (อังกฤษ)

The Effect of Instructional Activities Promoting Scientific Reasoning on Lower Secondary School Students' Mental Representation of Basic Astronomy Phenomena

ชื่อนักวิจัย

นายสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์

ปีที่ผลงานวิจัยเสร็จ

2555

ประเภทของงานวิจัย

หลักสูตรและการเรียนรู้

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2) ศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน 4 มโนคติ ได้แก่ การเกิดฤดูกาล การเกิดสุริยุปราคา การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ จำนวน 28 คน โดยเป็นนักเรียนที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรมนอกเวลาเรียนปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งหมด 18 คาบ (2) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานมีผลต่อตัวแทนความคิดของนักเรียน โดยทำให้นักเรียนมีระดับความสมบูรณ์ของแนวคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานสูงขึ้น

คำสำคัญ

ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์ (Astronomy Phenomena) , ตัวแทนความคิด (Mental Representation) , การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning)

ความเป็นมา/หลักการและเหตุผล

แม้ว่าประเทศไทยได้ออกพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และหลักสูตรแกนกลางที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งทักษะกระบวนการคิด การให้เหตุผล ไปพร้อมกับการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แต่ยังคงพบว่า จากการจัดการเรียนการสอนสำหรับประเทศไทยที่ผ่านมานั้นยังไม่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากรายงานผลการศึกษานโยบายการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ.2550 (Trend in international mathematics and science study 2007 ; TIMSS 2007) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยขอบเขตเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ (Content domain) มี 4 วิชาประกอบด้วย ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญา (Cognitive domain) 3 ด้าน คือ ด้านความรู้/ความเข้าใจ (Knowing) ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ (Applying) และด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผล (Reasoning) (ปรีชาญ. 2552) พบว่า ในภาพรวมประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 471 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติคือ 500 คะแนน เมื่อแยกพิจารณารายด้าน พบว่า ทั้งด้านเนื้อหา และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ นักเรียนไทยได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติทั้งสิ้น และเป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อเทียบคะแนนกับการประเมิน TIMSS 1999 ค่าคะแนนทั้งสองด้านยังมีระดับที่ลดลงด้วย

ผลดังกล่าวทำให้เราตระหนักว่า แม้จะมีการปฏิรูปการศึกษามาเป็นเวลานานแล้วแต่ผลที่ได้รับยังไม่เป็นที่น่าพอใจ อีกทั้งจากการประเมินของสำนักทดสอบทางการศึกษา คุณภาพการศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมีมาตรฐานค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพมาตรฐานการศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศอื่นในระดับเดียวกัน เด็กและเยาวชนไทยยังไม่ได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพความสามารถทางวิชาการ โดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งขาดการปลูกฝังลักษณะอันพึงประสงค์ เช่น การใฝ่รู้ใฝ่เรียน การคิดวิเคราะห์ และการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา เป็นต้น นอกจากนี้การสอนของครูยังใช้วิธีการบอกความรู้โดยยัดยัดเป็นตัวยัด ไม่ยัดนักเรียนเป็นตัวตั้ง ทำให้นักเรียนไม่สามารถเผชิญและแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะการใช้เหตุผลในการวิเคราะห์และตัดสินใจด้วยตนเอง

ในส่วนของผลการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ก็ประสบปัญหาไม่น้อยไปกว่ากัน เนื่องจากเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจและต้องอาศัยความเข้าใจขั้นสูงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างหลายตัวแปร เช่น ระยะทางกับเวลา ขนาดกับระนาบการโคจร และการต้องใช้จินตนาการ ทำให้นักเรียนจำนวนมากมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิชาดาราศาสตร์ ซึ่งส่งผลไปถึงการที่ตัวนักเรียนไม่สามารถอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องได้ และจากการทบทวนงานวิจัยพบว่านักเรียนทั้งในระดับชั้นประถมศึกษา ชั้นมัธยมศึกษา ระดับมหาวิทยาลัย หรือแม้แต่ครูผู้สอน ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่มากเกี่ยวกับมโนคติดาราศาสตร์พื้นฐาน ทั้งๆ ที่ปรากฏการณ์เหล่านี้สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน

จากแนวคิดหลักในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่มุ่งให้มีการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้รู้จักการหาความรู้ได้ด้วยตนเอง รู้จักคิด มีเหตุผล รู้จักการลงมือทำงาน และสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับการมาตรฐานการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ของกระทรวงศึกษาและ สสวท. ที่มีเป้าหมายคล้ายกัน อีกทั้งผลการประเมินในระดับชาติและนานาชาติ ที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยยังมีคะแนนในเรื่องการรู้จักคิด การให้เหตุผลและความรู้ในเนื้อหา ในระดับคะแนนที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและเกณฑ์เฉลี่ย ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษา ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงเห็นสมควรที่ จะต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่สามารถ

ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน เนื่องจากปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน เป็นสิ่งที่ผู้เรียนทุกคนได้รับรู้และสัมผัสโดยตรงตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบันและต่อเนื่องไปในอนาคต จึงสมควรถิมนักเรียนจะสามารถอธิบาย ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานเหล่านั้นได้ อีกทั้งมีงานวิจัยหลายชิ้นได้ระบุว่า นักเรียนหรือแม้แต่บุคคลทั่วไป ยังมีความเข้าใจที่คาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานเหล่านั้นอยู่ จึงสมควรอย่างยิ่งที่ควรศึกษาว่า แนวคิดที่คาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเหล่านั้นคืออะไร มีอะไรที่เป็นสาเหตุของการเกิดแนวคิดเหล่านั้น เพื่อที่จะได้นำแนวคิดและผลการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ไปพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้มีเนื้อหาเรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ประกอบด้วย การเกิดฤดูกาล การเกิดสุริยุปราคา การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง ซึ่งเป็นเนื้อหาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลาง พ.ศ.2551

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 28 คน ที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรมนอกเวลาเรียน แบบแผนการวิจัยของงานวิจัยชิ้นนี้ ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design

ขั้นการเก็บข้อมูล เนื่องจากโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ มีการจัดกิจกรรมเสริมให้นักเรียนในช่วงนอกเหนือเวลาเรียนปกติ โดยกิจกรรมเป็นการเรียนเสริมหรือกิจกรรมวิชาการที่ส่งเสริมความสามารถของนักเรียนในด้านอื่นๆ ผู้วิจัยจึงประสานสัมพันธ์การจัดกิจกรรม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจ โดยมีนักเรียนสนใจประมาณ 35 คน ซึ่งนักเรียนที่เลือกส่วนใหญ่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คนและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึงธันวาคม 2554 โดยในการทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับงานวิจัย
- 2) เก็บข้อมูลก่อนเรียนจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน
- 3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งหมด 18 คาบ บันทึกผลการจัดกิจกรรมเพื่อนำไปวิเคราะห์ร่วมกับผลการวิจัย ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ที่ผู้วิจัยออกแบบมีรายละเอียดการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้
 1. ขั้นการเร้า (Instigation) ขั้นนี้เป็นขั้นที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดภาวะอสมดุล โดยนักเรียนจะถูกกระตุ้นโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินความรู้เดิมของตน ว่ามีความรู้เรื่องนั้นเป็นอย่างไร และมีความสัมพันธ์กับคำถามหรือปัญหาที่กำลัง

ศึกษาอย่างไร แล้วเริ่มจัดระบบโครงสร้างทางความคิดของตนเองใหม่ โดยในขั้นกระตุ้นนี้ นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็น ประสพการณ์เดิมของตนเองออกมา

2. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) เมื่อผ่านขั้นที่ 1 นักเรียนจะพบความขัดแย้งทางความคิดของตนเองและเพื่อน จากนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนจับกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับความคิดเห็นที่เหมือนและต่างกันว่าแต่ละความคิดเห็นมีเหตุผล หรือประจักษ์พยานใดมาสนับสนุนความคิดเห็นนั้น

จากนั้นจัดให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จากสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรม ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และเห็นผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์ ในการศึกษาสำรวจ ผู้สอนจะสร้างคำถามเพื่อทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยต่อ และพยายามหาเหตุผลมาตอบคำถามนั้น

การอภิปรายในกลุ่มขนาดเล็กเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทำกิจกรรมในขั้นนี้ เพราะนักเรียนแต่ละคนจะถูกกระตุ้นให้ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดเห็นของตนเองและของผู้อื่น ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้สังเกต ผู้ซักถาม และผู้ช่วยของนักเรียนเท่านั้น ซึ่งครูอาจแนะนำเพียงเล็กน้อยหรือใช้คำถามเพื่อช่วยแนะแนวทางในการคิดของนักเรียนได้บ้าง ขั้นการศึกษาสำรวจจึงเป็นขั้นการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ และเป็นขั้นที่นักเรียนพร้อมที่จะดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

3. ขั้นการสร้างมโนคติเริ่มแรก (Pre-concept) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ต่อจากขั้นการศึกษาสำรวจ มีความสัมพันธ์กับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ ในขั้นนี้เน้นการถ่ายทอดความรู้ทางสังคมที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการอธิบายและได้รับความรู้เพิ่มเติม โดยครูมีบทบาทในการช่วยแนะนำศัพท์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครูอธิบายด้วยตนเองหรือใช้ตำราและสื่อต่างๆ ก็ได้ นักเรียนดำเนินการปรับและจัดโครงสร้างทางความคิดของตน โดยเชื่อมโยงความรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ที่กำลังเรียนรู้ให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้พัฒนาแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ ๆ ให้มากเท่าที่จะเป็นไปได้ ขั้นการสร้างมโนคติจึงเป็นขั้นที่ช่วยให้นักเรียนดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

4. ขั้นการพยากรณ์ หรือการทำนาย (Predict) ขั้นนี้เป็นขั้นต่อจากขั้นการสร้างมโนคติเริ่มแรก นักเรียนจะถูกถามถึงสถานการณ์ที่นอกเหนือออกไป เพื่อให้ นักเรียนจะต้องทำนายผล การถูกถามถึงสถานการณ์ที่นอกเหนือออกไป เป็นการรวบรวมสมมุติของนักเรียนอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนได้ประมวลความคิด ประสพการณ์เดิมและตลอดถึงความเข้าใจที่ผ่านมา ในการพยายามหาเหตุผลมาอธิบายการเปลี่ยนแปลงนั้น

5. ขั้นอธิบายเหตุในการพยากรณ์ (Explain the predict) ขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้อธิบายสิ่งที่ทำนาย ขั้นนี้ นักเรียนจะพบความขัดแย้งทางความคิดของตนเองและเพื่อน จากนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนจับกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับความคิดเห็นที่เหมือนและต่างกันว่าแต่ละความคิดเห็นมีเหตุผล หรือประจักษ์พยานใดมาสนับสนุนความคิดเห็นนั้น ในขั้นนี้ครูอาจแนะนำเพียงเล็กน้อยหรือใช้คำถามเพื่อช่วยแนะแนวทางในการคิดของนักเรียนได้บ้าง ขั้นนี้ควรให้นักเรียนในกลุ่มได้สรุปเหตุผล ปัจจัยหรือประจักษ์พยานต่างๆ ที่ได้ร่วมกัน เพื่อใช้เป็นข้อสังเกตในการทดลองหาคำตอบต่อไป

6. ขั้นการทดลอง (Experiment) ขั้นนี้เป็นขั้นตอนการทดลองหรือสืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทำการทดลอง เพื่อให้สามารถตอบโจทย์หรือเพื่อหาเหตุผล และประจักษ์พยานที่สามารถสนับสนุนหรือเปลี่ยนความคิดที่ได้ทำนายไว้ก่อนหน้า แล้วจึงจะได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองตามแบบที่ออกแบบไว้ด้วย

7. ขั้นอธิบายผลการทดลอง (Explain the result) ขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายถึงผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งต่อเนืองมาจากการที่ได้สัมผัสกับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และเห็นผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์นั้นแล้ว ผลจากการทดลองจะทำให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุป อันเกิดจากการทดลองและสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายคำตอบได้

8. ขั้นอธิบายความแตกต่าง (Describe the Differences) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องร่วมกันอธิบาย พร้อมทั้งอภิปรายถึงความเหมือนหรือความต่างกันของความคิดก่อนและหลังทำการทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้วิเคราะห์ความคิดของตนเอง

เกี่ยวกับการให้เหตุผล ทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองความคิดที่ผิดพลาดของตนเองและเพื่อนนักเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จะทำให้
นักเรียนได้ปรับสมดุลความคิดใหม่ อีกทั้งเป็นการย้ำให้นักเรียนเห็นความบกพร่องของความคิดของแต่ละคน

4) เก็บข้อมูลหลังเรียนจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดเดิม และเพิ่มแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับตัวแทน
ความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน กับนักเรียนบางส่วนที่มีตัวแทนความคิดที่น่าสนใจ

5) แจ้งให้นักเรียนทราบผลการจัดการเรียนรู้

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากได้ข้อมูลจากการศึกษานำร่องและการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลมาจัดกระทำ โดยศึกษาตัวแทน
ความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน โดยวิเคราะห์จากแบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน แล้วทำการจัด
กลุ่มการใช้ตัวแทนความคิด แยกตัวแทนความคิดที่มีมโนคติที่ผิดออก เลือกสัมภาษณ์นักเรียนที่มีตัวแทนความคิดที่มีลักษณะเด่น เช่น
นักเรียนที่มีตัวแทนความคิดที่ซับซ้อน นักเรียนที่มีตัวแทนแนวคิดที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อน จากนั้นจึงแปลผลโดยวิธีการตีความ
(Interpretive paradigm)

ผลการวิจัย

ในส่วนนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัยที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง
ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อตัวแทนความคิดของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียน ต่อปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานก่อนและหลังเรียน จาก
นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน จากนักเรียน
กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นผู้วิจัยแปลผลและจัดกลุ่มตัวแทนความคิดนักเรียนเป็น 4 ระดับ ตามกลุ่มแนวคิด ดังนี้

ระดับ 4 แนวความคิดที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบหรือข้อความหรือภาพที่นักเรียนเขียนสื่อความถูกต้อง พร้อมให้เหตุผล
ครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

ระดับ 3 แนวความคิดไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบหรือข้อความหรือภาพที่นักเรียนเขียนสื่อความถูกต้อง ให้เหตุผลถูกต้อง
แต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

ระดับ 2 แนวความคิดที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบหรือข้อความหรือภาพที่นักเรียนเขียนสื่อความถูกต้อง แต่การให้
เหตุผลมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง

ระดับ 1 ไม่เข้าใจแนวความคิด หมายถึง คำตอบหรือข้อความหรือภาพที่นักเรียนเขียนสื่อความผิดหรือ ให้เหตุผลไม่
ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ

แนวคิดของโนนักเรียนในช่วงก่อนเรียน มีการกระจายตัวในทุกระดับแนวคิด สำหรับในช่วงหลังเรียน แนวคิดของโนนักเรียน
ส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีระดับของแนวคิดที่สมบูรณ์จำนวนมากขึ้น และมีระดับของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนน้อยลง

ลักษณะตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ฤดูกาล

จากข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่อง การเกิดฤดูกาลบนโลก พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ จะแสดงให้เห็นว่าการ
เอียงของโลกในขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดฤดูกาล เช่น “...เกิดจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์และแกนโลก
เอียง 23.5 องศา ทำให้ได้รับแสงสว่างไม่เท่ากัน ทำให้เกิดฤดูกาล” (นักเรียนคนที่ 6) “...การที่แกนโลกเอียง 23.5 องศา ทำให้แกนโลก
เอียงเข้าหาดวงอาทิตย์ และการหมุนของโลกที่หมุนรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เมื่อด้านที่หันหาดวงอาทิตย์ร้อน เป็นฤดูร้อน และอีกฝั่งจะ
เป็นฤดูหนาว” (นักเรียนคนที่ 9)

ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์จะกล่าวถึงเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น เช่น “เกิดจากโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ทำให้เกิดฤดูกาลต่างๆ” (นักเรียนคนที่ 13)

สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดบางประการเกี่ยวกับฤดูกาล เช่น “เกิดจากโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์” (นักเรียนคนที่ 8) “ฤดูกาลเกิดจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี เมื่อโคจรถึงจุดๆหนึ่งที่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดก็ทำให้เกิดฤดูร้อน และเมื่อถึงจุดที่ไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุดจะเกิดฤดูหนาวและฤดูอื่นๆอีกมากมาย” (นักเรียนคนที่ 26) จะเห็นว่านักเรียนเข้าใจว่าฤดูกาลเกิดจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี เมื่อโคจรถึงจุดที่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดก็ทำให้เกิดฤดูร้อน และเมื่อถึงจุดที่ไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุดจะเกิดฤดูหนาว

ส่วนนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดคือนักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดไปเลยหรือไม่แสดงคำตอบ เช่น นักเรียนเขียนระบุว่าดวงอาทิตย์หมุนรอบโลกและโลกหมุนรอบตัวเอง เป็นคำตอบ “...ดวงอาทิตย์หมุนรอบโลกและโลกหมุนรอบตัวเอง” (นักเรียนคนที่ 3) “...ดวงอาทิตย์ หมุนรอบโลกและโลกหมุนรอบตัวเอง ทำให้เกิดเป็นฤดูกาล” (นักเรียนคนที่ 22)

สุริยุปราคา

จากข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่อง การเกิดสุริยุปราคาบนโลก พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ จะแสดงให้เห็นว่าการเรียงตัวกันของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และโลก ทำให้เกิดปรากฏการณ์และนักเรียนอธิบายลักษณะเฉพาะของตำแหน่งที่เห็นปรากฏการณ์ประกอบด้วย เช่น “...เกิดจากดวงจันทร์บังแสงจากดวงอาทิตย์...เกิดได้ 3 แบบ คือ แบบเต็มดวง แบบวงแหวน และแบบบางส่วน แต่ละแบบขึ้นอยู่กับความใกล้ห่างระหว่างดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์และโลกและจุดที่เรายืนอยู่บนโลกด้วย” (นักเรียนคนที่ 6) “...เกิดจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก โคจรมาอยู่ในแนวเดียวกัน เงามืดและเงามัวของดวงจันทร์ทอดลงพื้นโลก” (นักเรียนคนที่ 21) เป็นต้น

ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์จะกล่าวถึงเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น เช่น “เกิดจากดวงอาทิตย์และโลกโคจรมาอยู่ในแนวเดียวกัน โดยดวงจันทร์อยู่ตรงกลาง” (นักเรียน 4) “เกิดจากดวงจันทร์บังโลก” (นักเรียนคนที่ 7) “...เกิดจากโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์หมุนรอบโลก เมื่อใดที่หมุนมาอยู่ในแนวเดียวกันก็จะเกิดสุริยุปราคา เรียงลำดับจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์อยู่ตรงกลางและโลกอยู่อีกฝั่งหนึ่ง และดวงจันทร์จะมาบังแสงของดวงอาทิตย์ไม่ให้มาโดนโลก” (นักเรียนคนที่ 1) เป็นต้น

สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดบางประการเกี่ยวกับสุริยุปราคา ซึ่งการเก็บข้อมูลครั้งนี้ ไม่พบนักเรียนที่แสดงให้เห็นว่ามีความคลาดเคลื่อนของแนวความคิด และนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดคือนักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดไปเลยหรือไม่แสดงคำตอบ เช่น นักเรียนไม่เขียนตอบ แต่วาดรูปวัตถุทรงกลม 2 ชิ้นและเส้นตรงที่ลากเชื่อมกันสี่เส้น แต่ไม่ได้ให้รายละเอียดอะไร เป็นต้น

ข้างขึ้น-ข้างแรม

จากข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่อง การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรมบนโลก พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ จะแสดงให้เห็นว่าปรากฏการณ์ข้างขึ้นข้างแรมคือ การที่คนบนโลกเห็นแสงอาทิตย์ที่สะท้อนจากผิวดวงจันทร์ไม่เหมือนกัน เนื่องจากการที่ดวงจันทร์มีการโคจรเปลี่ยนตำแหน่งไป ทำให้เกิดปรากฏการณ์ เช่น “เกิดจากดวงจันทร์โคจรรอบโลก เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลก ดวงจันทร์จะมีด้านที่หันเข้าหาดวงอาทิตย์ ด้านนั้นจะมีลักษณะสว่าง แต่มีด้านที่หันออกจะมีลักษณะมืด โดยเมื่อดวงจันทร์โคจร ดวงจันทร์จะมีตำแหน่งที่เปลี่ยนไปทำให้คนบนโลกเห็นดวงจันทร์ในลักษณะที่ไม่เหมือนกันในแต่ละคืน โดยเมื่อดวงจันทร์โคจรไปอยู่ด้านหลังโลกคนบนโลกจะเห็นดวงจันทร์สว่าง เพราะคนเห็นดวงจันทร์ด้านที่หันเข้าหาดวงอาทิตย์ และเมื่อดวงจันทร์โคจรมาอยู่ด้านหน้าโลก คนบนโลกจะเห็นดวงจันทร์ไม่สว่าง เพราะคนบนโลกเห็นดวงจันทร์ด้านที่หันออกจากดวงอาทิตย์” (นักเรียนคนที่ 5)

“การที่เราเห็นดวงจันทร์เป็นเสี้ยวเกิดจากการที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ตามวงโคจรทำให้ดวงจันทร์ได้รับแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์ที่ไม่เท่ากันในแต่ละวัน” (นักเรียนคนที่ 24) เป็นต้น

ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์จะกล่าวถึงเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น เช่น “...เกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก” (นักเรียนคนที่ 4) “...เกิดจากการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ที่หมุนรอบโลก” (นักเรียนคนที่ 8) เป็นต้น

สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดบางประการเกี่ยวกับข้างขึ้น-ข้างแรม เช่น นักเรียนเข้าใจว่า “...การมองเห็นเสี้ยวของดวงจันทร์เกิดจากดวงจันทร์หมุนรอบโลก ซึ่งดวงจันทร์จะมีแสงได้ต้องอาศัยแสงจากดวงอาทิตย์ แต่เมื่อโลกบังแสงจากดวงอาทิตย์ จะทำให้เกิดเงาบนดวงจันทร์ ทำให้เราเห็นดวงจันทร์มีแสงเป็นเสี้ยวๆ” (นักเรียนคนที่ 5) “...เกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก โดยการเกิดเสี้ยวของดวงจันทร์แบ่งเป็นสองแบบ คือแบบที่โดนแสงของดวงอาทิตย์กับไม่โดนแสงของดวงอาทิตย์ แต่เงาของโลกไปบังบางส่วนของดวงจันทร์” (นักเรียนคนที่ 1) เป็นต้น

และนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดคือ นักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดไปเลยหรือไม่แสดงคำตอบ เช่น “การที่โลกโคจรรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์” (นักเรียนคนที่ 2) “เกิดขึ้นเพราะเป็นวันพระหรือวันข้างขึ้น” (นักเรียนคนที่ 7) เป็นต้น

น้ำขึ้น-น้ำลง

จากข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่อง การเกิดน้ำขึ้น-น้ำลงบนโลก พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ จะแสดงให้เห็นว่าปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลงเกิดจาก อิทธิพลของแรงดึงดูดของดวงจันทร์เป็นหลัก และนักเรียนให้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะการเกิดของปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลงถูกต้องด้วย เช่น นักเรียนเขียนอธิบายว่า “...เกิดจากดวงจันทร์โคจรรอบโลก ซึ่งดวงจันทร์มีอิทธิพลสามารถดึงดูดของโลกบนโลก เมื่อดวงจันทร์อยู่ด้านเดียวกันหรือตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ จะทำให้น้ำขึ้นสูงสุด” (นักเรียนคนที่ 5) “เกิดเพราะ ดวงจันทร์ โลกและดวงอาทิตย์มีแรงดึงดูดต่อกัน และดึงดูดไปฝั่งใกล้และไกลดวงจันทร์” (นักเรียนคนที่ 11) เป็นต้น

ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์จะกล่าวถึงเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น เช่น นักเรียนเขียนอธิบายว่า การเกิดน้ำขึ้นน้ำลงเกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก และการที่โลกโคจรรอบตัวเอง เป็นต้น

สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดบางประการเกี่ยวกับน้ำขึ้น-น้ำลง เช่น “การเกิดน้ำขึ้น-น้ำลงเกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก และการที่โลกโคจรรอบตัวเอง” (นักเรียนคนที่ 9) “เกิดจากดวงจันทร์หมุนรอบโลก” (นักเรียนคนที่ 12) เป็นต้น

และนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดคือ นักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดไปเลยหรือไม่แสดงคำตอบ เช่น “การที่โลกหมุนจึงทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง” (นักเรียนคนที่ 2) “น้ำขึ้น-น้ำลง เกี่ยวกับพระจันทร์ทำมุมกับโลก” (นักเรียนคนที่ 3) เป็นต้น

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยจะได้แยกอภิปรายแยกตามประเด็นต่างๆ ดังนี้

ตัวแทนความคิด ต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

หลังจากวิเคราะห์ตัวแทนความคิดของนักเรียน พบว่าแนวคิดของในนักเรียนในช่วงก่อนและหลังเรียน มีการกระจายตัวในทุก ระดับแนวคิด โดยพบว่าจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดที่สมบูรณ์ มีจำนวนเพิ่มขึ้นหลังผ่านกิจกรรม และจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน กลุ่มไม่เข้าใจแนวความคิด มีจำนวนลดลงหลังผ่านกิจกรรม โดยจำนวนนักเรียนในกลุ่มแนวคิดที่สมบูรณ์มีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก 14.3% เป็น 63.7% กลุ่มแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์มีจำนวนจาก 33.3% เป็น 29.7% กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนจาก 18.5% เป็น 4.2% และกลุ่มไม่เข้าใจแนวความคิดมีจำนวนจาก 33.9% เป็น 2.4% ทั้งนี้การที่มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์อยู่นั้น เนื่องจากนักเรียนส่วนหนึ่งเขียนข้อความได้ถูก แต่ยังขาดองค์ประกอบบางส่วนของแต่ละแนวความคิด ส่วนจำนวนนักเรียนในกลุ่มแนวความคิดคลาดเคลื่อนและกลุ่มไม่เข้าใจแนวความคิด ยังเหลืออีกส่วนหนึ่ง ซึ่งนักเรียนจำนวนนี้คือนักเรียนที่ขาดเรียนในบางคาบ เป็นผลให้นักเรียนยังยึดติดกับแนวคิดเดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอยู่ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ชี้แจงสรุปให้นักเรียนเห็นในภายหลังแล้วว่ารูปแบบความเข้าใจของนักเรียนมีลักษณะเป็นอย่างไร มีอะไรบ้างที่พบว่านักเรียนเข้าใจผิดหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตัวแทนความคิดของนักเรียน ที่นักเรียนได้นำเสนอออกมาในรูปแบบต่างๆ เพื่อศึกษารูปแบบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนได้ ดังนี้

ตัวแทนความคิดเรื่อง ฤดูกาล ช่วงก่อนเรียนผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล คือ นักเรียนเข้าใจว่าฤดูกาลเกิดจาก การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี หลังจากได้สัมภาษณ์นักเรียนที่มีแนวคิดดังกล่าว ทำให้พบว่าการที่นักเรียนเข้าใจเช่นนี้ส่วนหนึ่งเป็นเพราะว่า นักเรียนคิดเองว่าช่วงเวลาของโลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ โลกจะเป็นฤดูหนาวเนื่องจากได้รับพลังงานความร้อนน้อยกว่าช่วงที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ ซึ่งโลกจะเป็นฤดูร้อนเนื่องจากได้รับพลังงานความร้อนมากกว่า ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะกล่าวถึงประเด็นการเอียงของแกนโลกแล้ว แต่นักเรียนยังคงคิดเหมือนเดิมว่า การโคจรเป็น วงรีของโลกก็มีส่วนทำให้เกิดฤดูกาลเช่นเดิม จนเมื่อนักเรียนได้ พบประจักษ์พยานใหม่ที่ไม่ใช่เพียงคำบอกกล่าวของครู ในกิจกรรมคือวีดิทัศน์ที่แสดงภาพจำลองของโลกและดวงอาทิตย์ ในขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ โดยในวีดิทัศน์แสดงว่าการที่แกนโลกเอียง 23.5 องศา เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ บริเวณแต่ละขั้วโลก แต่สำหรับนักเรียนบางคนยังมีความเชื่อว่าระยะห่างของโลกกับดวงอาทิตย์ส่งผลต่อการเกิดฤดูกาลอยู่นั้น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนวางลูกโลกจำลองแสดงตำแหน่งของโลกกับดวงอาทิตย์ ในขณะที่ช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย พบว่านักเรียนวางลูกโลกในตำแหน่งที่ห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุดและหันแกนโลกขั้วเหนือเอียงออกจากดวงอาทิตย์ จากนั้นผู้วิจัยจึงเฉลยว่า ตำแหน่งของลูกโลกขณะเกิดฤดูหนาวของประเทศไทย ควรจะอยู่ในช่วงที่โลกเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดและหันแกนโลกขั้วเหนือเอียงออกจากดวงอาทิตย์ นักเรียนจึงเห็นว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดฤดูกาลบนโลกคือ การเอียงของแกนโลกไม่ใช่ระยะห่างระหว่างโลกถึงดวงอาทิตย์

ตัวแทนความคิดเรื่อง ข้างขึ้น-ข้างแรม ช่วงก่อนเรียนผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ข้างขึ้น-ข้างแรม คือ นักเรียนเข้าใจว่า การที่ในแต่ละวันคนบนโลกมองเห็นดวงจันทร์เป็นเสี้ยวเกิดจากการที่ดวงจันทร์มีการโคจรรอบโลก ทำให้ในบางวันเงาของโลกไปตกที่ดวงจันทร์ คนบนโลกจึงเห็นดวงจันทร์เพียงบางส่วน จะเห็นว่านักเรียนเข้าใจว่าการมองเห็นแสงสะท้อนจากดวงจันทร์เกิดจากการถูกบดบังเพียงประเด็นเดียว จนทำให้นักเรียนไม่ได้คิดถึงมุมมองของคนบนโลกกับตำแหน่งของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจของ Fanetti (2001: 53-54) ที่ได้สำรวจความเข้าใจต่อการเกิดเสี้ยวของดวงจันทร์กับนักเรียนพบว่า 21% กลุ่มตัวอย่าง 376 คน เห็นว่า เสี้ยวของดวงจันทร์เกิดจากเงาของโลก และยังพบความเข้าใจผิดนี้ในของวิจัยของ Feral Ogan-Bekiroglu (2007: 555) ซึ่งเป็นการศึกษาแบบจำลองความคิดของนักศึกษาครูฝึกสอนในประเทศตุรกี แต่ความเข้าใจผิดดังกล่าวลดลงเนื่องจากในชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ถูกถามถึงตำแหน่งของดวงจันทร์เมื่อเทียบกับโลกและดวงอาทิตย์ ในขณะที่เกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และถามถึงทิศทางของเงาของโลก นักเรียนส่วนใหญ่จึงเปลี่ยนรูปแบบความเข้าใจเดิม แล้วมุ่งความสนใจไปที่มุมมองของคนบนโลก หลังจากกิจกรรมนักเรียนส่วนใหญ่จึงมีระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์สูงขึ้น

ตัวแทนความคิดเรื่อง น้ำขึ้น-น้ำลง ช่วงก่อนเรียนผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง คือ นักเรียนเข้าใจว่า น้ำขึ้นเกิดจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์ที่ดึงดูดน้ำให้สูงขึ้นเมื่อดวงจันทร์โคจรผ่านตำแหน่งดังกล่าวและ จะทำให้เกิดน้ำลงในบริเวณของอีกด้านของโลก การที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยเห็นว่าปัจจัยหลักคือ การที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างไม่มีโอกาสได้สัมผัสประสบการณ์ตรง กล่าวคือภูมิสำเนาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอยู่ในบริเวณที่ไม่เห็นปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง แต่ได้รับประสบการณ์เพียงการบอกกล่าวเท่านั้น อีกทั้งผู้วิจัยยังพบว่านักเรียนยังแสดงรูปแบบความเข้าใจผิดเกิดกับการขึ้นตกของดวงจันทร์ออกมาด้วย โดยนักเรียนเข้าใจว่า น้ำขึ้นจะเกิดขึ้นในเวลาากลางคืนและน้ำลงเกิดขึ้นในตอนกลางวัน อันเนื่องมาจากการขึ้นตกของดวงจันทร์ที่ขึ้นในตอนกลางคืนและตกในตอนกลางวัน ผู้วิจัยพยายามให้ประสบการณ์นักเรียนโดยผ่านการทำกิจกรรม ซึ่งในขั้นการจัดกิจกรรมผู้วิจัยได้ให้นักเรียนดูตารางบันทึกระดับน้ำทะเลสูงสุดและต่ำสุดในรอบ 1 เดือน แล้วให้นักเรียนนำข้อมูลดังกล่าวไปเขียนกราฟ ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำทะเลกับเวลาในแต่ละวัน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นรูปแบบของการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลงในแต่ละรอบวัน และในรอบ 1 เดือน จากนั้นได้ถามถึงตำแหน่งของดวงจันทร์ในแต่ละวันในหนึ่งเดือน เพื่อให้ นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของตำแหน่งของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์กับระดับน้ำทะเลที่ขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดในช่วงรอบเดือน ให้ นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากกราฟแล้วถามนักเรียนว่าในหนึ่งวันเกิดน้ำขึ้นและน้ำลงกี่ครั้ง นานเท่าไรกว่าจะเกิดน้ำขึ้นหรือน้ำลงในแต่

ละครั้ง สุดท้ายได้ให้นักเรียนชมวีดิทัศน์แสดงการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลงทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเปลี่ยนรูปแบบความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง ให้สมบูรณ์ขึ้น ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์มากขึ้น

ทั้งนี้แนวคิดที่คาดเคลื่อนเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคน ทุกระดับ โดยมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดความเข้าใจในที่คาดเคลื่อนต่าง ๆ เช่น ตัวนักเรียน (Porntip Siripatharachai. 2006) ตำราเรียน และผู้สอน แต่สำหรับในช่วงหลังเรียน แนวคิดของนักเรียนส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีระดับของแนวคิดที่สมบูรณ์จำนวนมากขึ้น และมีระดับของแนวคิดที่คาดเคลื่อนน้อยลง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจเกิดขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรม ซึ่งก่อนนักเรียนได้ทำกิจกรรม นักเรียนสร้างตัวแทนความคิดผ่านประสบการณ์เดิมของตนเองเท่านั้น ต่อมาเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรม นักเรียนจะเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม เมื่อเกิดความไม่สอดคล้องระหว่างโครงสร้างความรู้เดิมและแนวคิดใหม่ นักเรียนจะสังเคราะห์ความเชื่อของตนเองกับความคิดใหม่โดยนักเรียนจะบูรณาการข้อมูลและแนวคิดใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิม ทำให้ความเชื่อเดิมอาจถูกแทนที่หรือถูกสร้างใหม่จากแนวคิดและข้อมูลใหม่ ผลลัพธ์คือ โครงสร้างความรู้ของนักเรียนเดิมอาจจะมีการละเอียดเพิ่มเติม หรือมีการเปลี่ยนมโนคติเดิมบางส่วนหรือเกิดมโนคติใหม่แทนที่มโนคติเดิม การเรียนรู้จึงเป็นการเพิ่มเติม ดัดแปลงโครงสร้างความรู้หรือเปลี่ยนมโนคติ

☞ ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์

เพื่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาทุกระดับทุกประเภท (ข้อ1) เพื่อเป็นการปฏิรูปครู (ข้อ3) และเป็นการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างทุนปัญญาของชาติ (ข้อ 6) หน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา สถานศึกษา ควรนำรูปแบบการจัดการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นี้ ไปปรับปรุงหรือพัฒนาให้เหมาะสมกับนักเรียนส่วนใหญ่ของประเทศ อีกทั้งควรนำไปพัฒนาครูให้มีความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เป้าหมายคือให้นักเรียนไทยได้รับการสนับสนุน ส่งเสริมและถูกพัฒนากระบวนการคิด การให้เหตุผลอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบต่อไป

☞ ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยและพัฒนา เพื่อทำให้กิจกรรมการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ถูกผสมผสานกับเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอื่นๆ หรือแม้แต่ใช้กิจกรรม เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ และนำความรู้ที่ได้ไปขยายผลเป็นโครงการที่ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือปรับขยายเข้าสู่กิจกรรมการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยั่งยืนต่อไป

2. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบหรือลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ในทุกระดับ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครู ให้ครูมีความสามารถในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อไป

3. นอกเหนือจากการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แล้ว ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในทุกระดับ เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอที่จะทำให้รัฐบาล สนับสนุนและส่งเสริมให้มีการพัฒนาปัจจัยอื่นๆ ไปพร้อมกัน