



การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ลฎาภา สุทธกุล* และ ลือชา ลดาชาติ

Fourth grade students' scientific reasoning

Ladapa Suttakun* and Luecha Ladachart

โรงเรียนอนุบาลลำพูน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำพูน เขต 1

Anuban Lamphun School, Lamphun Primary Educational Service Office 1

* Corresponding author. E-mail address: ladapa23@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คน ผู้วิจัยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพที่มาจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล ข้อมูลเชิงคุณภาพเหล่านี้ถูกวิเคราะห์ด้วยการตีความและการระบุองค์ประกอบที่จำเป็นที่สุดของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย (1) ข้อสรุป (2) หลักฐาน และ (3) การชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน ผลการวิจัยเปิดเผยว่า นักเรียนส่วนใหญ่ลงข้อสรุปไม่ถูกต้องและ/หรือให้เหตุผลที่มีองค์ประกอบไม่ครบถ้วน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้นำหลักฐานมาใช้ในการลงข้อสรุปและการให้เหตุผล ในขณะที่นักเรียนบางส่วนแม้ลงข้อสรุปและให้เหตุผลด้วยหลักฐาน แต่ยังไม่สามารถชี้แจงได้ว่า ข้อสรุปและหลักฐานสัมพันธ์กันอย่างไร ผลการวิจัยเหล่านี้จึงบ่งชี้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

Abstract

This research aimed at examining nine fourth grade student's scientific reasoning. The researchers used qualitative data from semi-structured interviews. These qualitative data were analyzed through interpreting and identifying the most necessary components of scientific reasoning, which include (1) claim (2) evidence and (3) justification of the relation between claim and evidence. The research results revealed that most of the students made incorrect claims and/or reasons that did not have all the components. Most of the students did not use evidences in making claims and reasons, while some of the students, though made a claim based on evidence, could not justify how the claim and the evidence are related. These research results indicated that teaching and learning science should facilitate students to develop their ability in making scientific reasoning.

Keywords: Teaching and Learning Science, Scientific Reasoning, Fourth Grade Students

บทนำ

ประเทศไทยได้กำหนดให้ “การรู้วิทยาศาสตร์” เป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Yuenyong, C., & Narjaikaew, P. 2009, pp. 338-341) สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2553, น. 1) ได้กำหนดไว้ว่า “(นักเรียน) ทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้ (เป็นผู้) รู้วิทยาศาสตร์” ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อ

วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย (ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล, 2555, น. 74; ลือชา ลดาชาติ ลฎาภา สุทธกุล และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2556, น. 270) คุณลักษณะเหล่านี้จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่สามารถแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วม และตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็น หรือข้อถกเถียงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างรอบรู้ (Kolsto, S. D., 2001, p. 291-292) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพในสังคมโลกยุคปัจจุบัน



(Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2013, pp. 3-4)

ท่ามกลางคุณลักษณะต่างๆ ที่เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งของ “ผู้รู้วิทยาศาสตร์” (OECD, 2013, p. 9) ที่ยังได้รับความสนใจน้อยมากในประเทศไทย ทั้งๆ ที่ในความเป็นจริงแล้ว การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Kuhn, D., 1993, pp. 810-812) ตัวอย่างเช่น เมื่อนักวิทยาศาสตร์ทำงานทางวิทยาศาสตร์ใดๆ เขา (หรือเธอ) จำเป็นต้องให้เหตุผลว่า เหตุใดตนเองจึงออกแบบการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เช่นนั้น เหตุใดตนเองจึงลงข้อสรุปเช่นนั้น เหตุใดผู้อื่นจึงควรเชื่อข้อสรุปนั้น และเหตุใดข้อสรุปอื่นๆ จึงไม่น่าจะเป็นไปได้ เป็นต้น ด้วยความสำคัญของการให้เหตุผลในกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000, p. 288) จึงเสนอว่า การให้เหตุผลจึงควรเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ค่อนข้างซับซ้อน (Songer, N. B., Kelcey, B., & Gotwals, A. W., 2009, pp. 614) ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ อาทิ 1) ประเด็นหรือหัวข้อของการให้เหตุผล 2) ข้อมูล หลักฐาน และความรู้ที่มีอยู่ในขณะที่มีการให้เหตุผล และ 3) ความหลากหลายของการตีความและมุมมองของผู้ให้เหตุผล เป็นต้น อย่างไรก็ตาม จุดเน้นหลักของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์คือการแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้น (Osborne, J., Erduran, S., Simon, s., & Monk, M., 2001, pp. 63-64) ในการนี้ ผู้ให้เหตุผลอาจใช้ความรู้และ/หรือประสบการณ์เพื่อชี้แจงว่า หลักฐานต่างๆ สนับสนุนข้อสรุปนั้นอย่างไร เนื่องจากแต่ละคนอาจมีมุมมองในเรื่องเดียวกันได้แตกต่างกัน ผู้ให้เหตุผลอาจจำเป็นต้องชี้แจงด้วยว่าหลักฐานเหล่านั้นไม่สนับสนุนข้อสรุปอื่นๆ อย่างไร การเหตุผลทางวิทยาศาสตร์จึงมักมีทั้งการชวนเชื่อและการโต้แย้ง (Berland, L. K., & Reiser, B., J., 2009, pp. 29-31) ซึ่งทั้งคู่เป็นกลไกที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อหา

ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือที่สุดร่วมกัน (Thagard, P. R., 1978, pp. 77-78)

ความพยายามจำนวนหนึ่ง มุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นักวิจัยในต่างประเทศมองว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ควรเป็นกิจกรรมหนึ่งที่เกิดขึ้นควบคู่ไปกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Crawford, T., Kelly, G. J., & Brown, C., 2000, p. 254) กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามที่ตนเองอยากรู้นั้น นักเรียนควรได้รับโอกาสให้มีการชี้แจงเหตุผลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะ เป็นเหตุผลของการกระทำใดๆ ในระหว่างการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เหตุผลของการตีความหลักฐานและการลงข้อสรุปใดๆ ตลอดจนเหตุผลของการยอมรับ (หรือการไม่ยอมรับ) ข้อสรุปนั้น เป็นต้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จึงมีความท้าทายอย่างมาก (Chinn, C. A., & Malhotra, B. A., 2002, p. 213)

ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์อย่างละเอียด McNeil, K. L., & Krajcik, J. (2008, pp. 65-69) พบว่า การปฏิบัติการสอนที่แตกต่างกันส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลที่แตกต่างกัน โดยครุควร 1) แนะนำให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับองค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (นั่นคือ ข้อสรุป หลักฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน) 2) ชี้แจงบทบาทและความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 3) เป็นต้นแบบในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และ 4) เชื่อมโยงการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับการให้เหตุผลในชีวิตประจำวัน ในขณะที่ Geddis, A. N. (1991, pp. 171-172) แนะนำว่า ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูไม่ควรมุ่งตรงไปยังข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์อย่างรวดเร็วเกินไป หากแต่ครุควรสนใจข้อสรุปต่างๆ จากมุมมองที่หลากหลาย ทั้งนี้ เพื่ออภิปรายร่วมกับนักเรียนด้วยหลักฐานว่า ข้อสรุปใดมีความน่าเชื่อถือมากที่สุดและเพราะ



เหตุใด การปฏิบัติการสอนลักษณะนี้ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ในขณะที่งานวิจัยที่มุ่งศึกษาความสามารถของนักเรียนไทยในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ยังคงขาดแคลน การประเมินผลนักเรียนนานาชาติครั้งล่าสุด (PISA 2012) ซึ่งมุ่งประเมินคุณลักษณะของการเป็น “ผู้รู้วิทยาศาสตร์” ของนักเรียนที่มีอายุประมาณ 15 ปี ได้เปิดเผยว่า นักเรียนไทยทำคะแนนได้น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากนานาชาติประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2556, น. 18) และเมื่อพิจารณาคะแนนที่นักเรียนไทยในอดีตทำได้ตามที่ สสวท. (2555, น. 23-103) ได้บันทึกไว้ คะแนนด้านการรู้วิทยาศาสตร์ที่ต่ำนี้ส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการที่นักเรียนไทยยังไม่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ ตัวอย่างเช่น เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศในช่วงเวลาหลายปี นักเรียนไทยไม่ถึงร้อยละ 25 เท่านั้นที่สามารถให้เหตุผลของการลงข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลจากการประเมินนี้ยังคงจำกัดอย่างมากในการบ่งชี้ว่า นักเรียนไทยกำลังประสบปัญหาอะไรในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ในทำนองเดียวกัน งานวิจัยบางเรื่องในประเทศไทยให้ข้อมูลที่บอกเป็นนัยว่า นักเรียนไทยอาจกำลังประสบปัญหาในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จากการเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คน กาญจนมา มหาลี และ ชาตรี ฝ้ายคำตา (2553, น. 805) พบว่า นักเรียนเพียงร้อยละ 41 เท่านั้นที่เข้าใจว่า การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยหลักฐาน ดังนั้น นักเรียนเหล่านี้จึงอาจไม่เข้าใจและไม่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปนั้น นอกจากนี้จากการศึกษาความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 14 คน ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล (2555, น. 82) พบว่า นักเรียน 13 คน (ประมาณร้อยละ 93) ไม่เข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการลงข้อสรุปบนพื้นฐานของหลักฐาน ดังนั้น

นักเรียนเหล่านี้จึงอาจไม่เข้าใจและไม่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการอ้างอิงหลักฐาน

ถึงแม้ว่า ปัญหานี้ปรากฏค่อนข้างชัดเจน แต่การศึกษาสาเหตุของปัญหานี้กลับได้รับความสนใจเพียงเล็กน้อย เนื่องจากผลการวิจัยจำนวนหนึ่งระบุว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย(ในบางพื้นที่) ยังคงเน้นการบรรยาย (ญาณพัฒนา พรหมประสิทธิ์, นฤมล ยุทธาคม, และ พัฒน์ จันทร์โรทัย, 2551; น. 8 ลือชา ลดาชาติ และ วรณทิพา รอดแรงคำ, 2551, น. 1318; Dabsah, C., & Faikhamta, C. 2008, pp. 295-297) คำอธิบายหนึ่งที่เป็นไปได้เกี่ยวกับสาเหตุของปัญหานี้ คือว่า นักเรียนไทยยังขาดโอกาสในการพัฒนาความสามารถในการลงข้อสรุปบนพื้นฐานของหลักฐาน ดังที่ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล (2555, น. 87) ได้กล่าวไว้ตอนหนึ่งว่า

“(ปัญหานี้) อาจเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ในโรงเรียนของนักเรียน กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเคยได้รับมาในอดีตอาจเน้นการทดลองหรือการสาธิตเพื่อแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยปราศจากการเน้นย้ำว่า นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องตีความและ (ลงข้อสรุป) หลักฐานเชิงประจักษ์เหล่านั้น การขาดการเน้นย้ำดังกล่าวอาจทำให้นักเรียนเข้าใจว่า หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นสิ่งที่มีความชัดเจนในตัวเอง”

เนื่องจากการขาดความชัดเจนเกี่ยวกับปัญหานี้ เป็นอุปสรรคสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้จึงถูกออกแบบมาเพื่อสร้างความชัดเจนนี้ คำถามวิจัยจึงมีอยู่ว่า “นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อย่างไร” งานวิจัยนี้จะให้ข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ได้ว่า นักเรียนไทยกำลังประสบปัญหาใดบ้างในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างตรงประเด็นและมีประสิทธิภาพต่อไป



วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (ลือชา ลดาชาติ, 2555) ภายใต้กระบวนการทัศน์การตีความ (Erickson F., 1985) ซึ่งมุ่งเน้นการทำความเข้าใจการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คน รายละเอียดของบริบทวิจัย พลวิจัย การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้

บริบทวิจัย

การวิจัยนี้เกิดขึ้นในภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา 2556 ณ โรงเรียนอนุบาลลำพูน ซึ่งเป็นโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง โรงเรียนเปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาล 1 ถึงระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีนักเรียนทั้งหมด 1,294 คน ในจำนวนนี้มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 187 คน แบ่งเป็น 5 ห้อง (ป. 4/1-ป. 4/5) โดยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เฉลี่ยในแต่ละห้องมีจำนวนประมาณ 37 คน ซึ่งมีความสามารถและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นนักเรียนในห้องเรียนชั้นป. 4/5 ซึ่งมีจำนวน 35 คน ที่มีความสามารถและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยรวมสูงกว่านักเรียนในห้องอื่น ๆ ในช่วงเวลาของการดำเนินการวิจัยนี้ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทุกคน เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 คาบต่อสัปดาห์ (คาบละ 50 นาที) ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของพืช การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสัตว์ วิชาดังกล่าวมีครูผู้สอนทั้งหมด 2 คน ซึ่งหนึ่งในนั้นคือผู้วิจัย คนที่ 1

พลวิจัย

พลวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 (อายุประมาณ 9-10 ปี) จำนวน 9 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนหญิง 5 คน และนักเรียนชาย 4 คน พลวิจัยทั้งหมดได้มาจากการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง โดยใช้เกณฑ์ ความสมัครใจของนักเรียนและความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้วิจัย พลวิจัยทุกคนมีประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลากหลาย ทั้งกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ (เช่น การสังเกต การจำแนก การสำรวจ และการทดลอง) การฟังการบรรยายโดยครู และการฝึกทำข้อสอบ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม พลวิจัยเหล่านี้ยังไม่เคยผ่าน

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาก่อน ดังนั้น พลวิจัยทุกคนจึงไม่ทราบเกี่ยวกับองค์ประกอบที่จำเป็นในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลของพลวิจัยจึงเป็นไปตามความสามารถและประสบการณ์เดิมของแต่ละคน ในรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยอ้างถึงพลวิจัยแต่ละคนโดยใช้สัญลักษณ์ S แล้วตามด้วยหมายเลข 1-9 (เช่น S1, S2, และ S3) ทั้งนี้ เพื่อปกป้องผลเสียหายใดๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับพลวิจัยในภายหลัง

การเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นคำถาม จำนวน 4 ข้อ ซึ่งถูกดัดแปลงมาจากคำถามในแบบทดสอบ “Science: Thinking with Evidence” (New Zealand Council for Educational Research, 2010, p. 3, 4, 8, 18) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1: “ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์” นักเรียนต้องสังเกตภาพถั่วลิสงเตา แดงกว่า กะหล่ำปลี และหัวไชเท้า พร้อมทั้งระบุว่า สิ่งใดบ้างที่เป็นผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนได้รับทราบข้อมูลว่า ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์มีเมล็ด คำถามในสถานการณ์ที่ 1 นี้ มุ่งประเมินว่า นักเรียนสามารถใช้หลักฐานจากภาพร่วมกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในการลงข้อสรุปและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่

สถานการณ์ที่ 2: “หินกลางทะเลทราย” นักเรียนต้องสังเกตภาพหินที่อยู่กลางทะเลทราย ซึ่งมีส่วนฐานล่างที่คอดเล็กกว่าส่วนบน อันเป็นผลมาจากการสึกกร่อนโดยเม็ดทรายที่ถูกลมพัดให้ลอยขึ้นไปกระทบกับหินนั้น โดยนักเรียนต้องลงข้อสรุปและให้เหตุผลว่า อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้หินมีรูปร่างเช่นนั้น คำถามในสถานการณ์ที่ 2 นี้ มุ่งประเมินว่า นักเรียนสามารถคาดเดาและอธิบายสาเหตุที่เป็นไปได้บนพื้นฐานของหลักฐานที่ปรากฏได้หรือไม่

สถานการณ์ที่ 3: “ซากเหบบนหัวของมัมมี่อียิปต์โบราณ” นักเรียนได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการค้นพบซากเหบบนหัวของมัมมี่อียิปต์โบราณ พร้อมทั้งประเมิน เลือก และให้เหตุผลว่า การลงข้อสรุปใดบ้างที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลนี้

สถานการณ์ที่ 4: “การหลอมเหลวของเนยแข็งและชี้อัดโกแลต” นักเรียนได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองหนึ่ง ซึ่ง

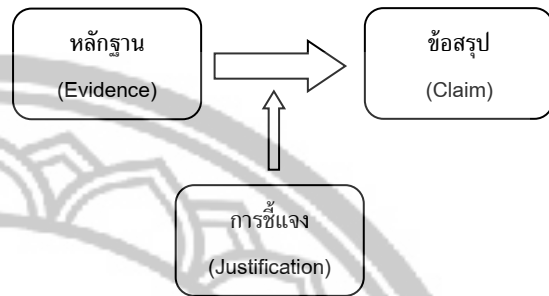
เปรียบเทียบการหลอมเหลวของเนยแข็งและช็อคโกแลต ในการนี้ นักเรียนต้องประเมินและให้เหตุผลว่า ผู้ทดลองสามารถลงข้อสรุปว่า “ช็อคโกแลต หลอมเหลวเร็วกว่าเนยแข็ง” ได้หรือไม่ เมื่อเนยแข็งและช็อคโกแลตมีมวลเท่ากัน แต่มีขนาด (และพื้นที่ผิว) แตกต่างกัน

การสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคนเกิดขึ้นในช่วงเวลา หลังเลิกเรียน ณ ห้องพักครูวิทยาศาสตร์ ในระหว่างที่ นักเรียนกำลังรอผู้ปกครองมารับกลับบ้าน ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนอ่านสถานการณ์พร้อมทั้งตอบคำถามทุกข้อจนเสร็จก่อนการสัมภาษณ์ ดังนั้น นักเรียนทุกคนจึงมีข้อสรุปของตนเองในคำถามแต่ละข้อ จากนั้น ผู้วิจัยจึงทำการสัมภาษณ์เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนให้เหตุผลของการลงข้อสรุปเหล่านั้น การสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคนใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที โดยทุกครั้งของการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้แจ้งให้นักเรียนทราบก่อนล่วงหน้าว่า คำพูดของนักเรียนจะถูกบันทึกด้วยเครื่องบันทึกเสียง เพื่อความสะดวกของผู้วิจัยในการวิเคราะห์ข้อมูลในภายหลัง นอกจากนี้ นักเรียนทุกคนได้รับการเน้นย้ำว่า ทุกคำตอบของนักเรียนจะไม่เกี่ยวข้องกับหรือส่งผลใดๆ ต่อการตัดสินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน ผู้วิจัยยังย้ำกับนักเรียนทุกคนด้วยว่า ข้อมูลส่วนตัวของนักเรียนทุกคนจะถูกเก็บเป็นความลับ และไม่มีเผยแพร่สู่สาธารณะไม่ว่าในกรณีใดก็ตาม

การวิเคราะห์ข้อมูล

เหตุผลของนักเรียนในคำถามแต่ละข้อถูกวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, 2554, น. 121-144) ซึ่งเริ่มต้นจากการที่ผู้วิจัยถอดคำพูดของนักเรียนทุกคนแบบคำต่อคำอย่างละเอียด จากนั้น ผู้วิจัยอ่านและตีความคำพูดของนักเรียนแต่ละคน โดยการแตกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ ที่มีเพียงความหมายเดียวเกี่ยวกับเหตุผลของแต่ละคำตอบ จากนั้น ผู้วิจัยพิจารณาองค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผล ซึ่งประกอบด้วย 1) ข้อสรุป 2) หลักฐาน และ 3) คำชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน ถึงแม้ว่าการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อาจมีองค์ประกอบอื่นๆ (Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J., 2004, p. 918) แต่ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยพิจารณาเพียง 3 องค์ประกอบเหล่านี้เท่านั้น ซึ่งเหมาะสมกับความสามารถและพัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (Songer, N. B., & Gotwals,

A. W., 2012, p. 146) ที่ยังไม่เคยผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาก่อน ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์



รูปที่ 1 องค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากคำถามแต่ละข้อ ผู้วิจัยมุ่งพิจารณาว่า 1) แต่ละเหตุผลมีองค์ประกอบใดบ้าง 2) องค์ประกอบเหล่านั้นมีความเชื่อมโยงกันหรือไม่ และ 3) องค์ประกอบเหล่านั้นมีความเชื่อมโยงกันอย่างไร นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังวิเคราะห์เหตุผลของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละสถานการณ์ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยดัดแปลงจากเกณฑ์ของ Songer, N. B., Kelcey, B., & Gotwals, A. W. (2009, p. 627) ดังนี้ 1) เหตุผลที่ไม่มีการลงข้อสรุปหรือมีการลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง 2) เหตุผลที่มีการลงข้อสรุปถูกต้อง แต่ไม่มีหลักฐานประกอบการลงข้อสรุป 3) เหตุผลที่มีการลงข้อสรุปถูกต้องและมีหลักฐานประกอบการลงข้อสรุป แต่ไม่มีการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน 4) เหตุผลที่มีการลงข้อสรุปถูกต้อง มีหลักฐานประกอบการลงข้อสรุป และมีการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คน ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อย่างไร ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ที่เป็นคำถามจำนวน 4 สถานการณ์ เหตุผลของนักเรียนเหล่านี้ในแต่ละสถานการณ์เป็นดังต่อไปนี้



สถานการณ์ที่ 1: ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์

ในสถานการณ์ที่ 1 “ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์” นักเรียนได้รับทราบข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ว่า สิ่งที่เป็นผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีเมล็ด โดยนักเรียนต้องลงข้อสรุปและให้เหตุผลว่า ถั่วลิสงเตา แต่งวากะหล่ำปลี และหัวไชเท้า เป็นผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์

หรือไม่ และเพราะเหตุใด ในกรณีนี้ นักเรียนควรตอบในลักษณะที่ว่า เนื่องจากแต่งกวามีเมล็ด [หลักฐาน] แต่งกวาจึงเป็นผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์ [ข้อสรุป] ทั้งนี้ เพราะผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์ต้องมีเมล็ด [การชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อสรุป] เหตุผลของนักเรียนแต่ละคนปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของเหตุผลของนักเรียนแต่ละคนในสถานการณ์ที่ 1

นักเรียน	องค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์			คำตอบ
	ข้อสรุป	หลักฐาน	การชี้แจงความสัมพันธ์	
S1	✓	✓	✗	ผมเลือก ข้อ ก. (ถั่วลิสงเตา) ครับ [ข้อสรุป] เพราะ (มัน)มีเมล็ดอยู่ข้างใน [หลักฐาน] ... (แต่งกวาก็เป็นผลไม้) [ข้อสรุป] เพราะ(มัน) มีเมล็ดเหมือนกันครับ [หลักฐาน]
S2	✓	✓	✗	(หนูตอบ) ถั่วลิสงเตากับแต่งกวา [ข้อสรุป] (เพราะ) มันมีเมล็ดอยู่ข้างใน ในถั่ว (ลิสงเตา) ก็มีเมล็ดแต่งกวาก็มีเมล็ด [หลักฐาน]
S3	✓	✓	✗	(หนูตอบ) ถั่วลิสงเตากับแต่งกวาค่ะ [ข้อสรุป] เพราะว่า(มัน) มีเมล็ดอยู่ [หลักฐาน]
S4	✓	✗	✓	(ผมเลือก) แต่งกวา [ข้อสรุป] เพราะผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์มีเมล็ดข้างใน [การชี้แจง]
S5	✓	✗	✓	หนูตอบข้อถั่วลิสงเตาค่ะ [ข้อสรุป] เพราะว่าคำว่าผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์หมายความว่า ผลไม้ที่มีเมล็ด [การชี้แจง]
S6	✓	✗	✗	(แต่งกวาเป็นผลไม้) [ข้อสรุป] ... เพราะ (แต่งกวา) มีรูปร่างคล้ายผลไม้ครับ ... (ผมไม่เลือกข้ออื่น) เพราะข้ออื่นไม่เหมือนผลไม้ครับ
S7	✓	✗	✓	ถั่วลิสงเตา (และ) แต่งกวา [ข้อสรุป] เพราะ...ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์จะมีเมล็ด [การชี้แจง]
S8	✓	✓	✗	(ถั่วลิสงเตาและแต่งกวาเป็นผลไม้) [ข้อสรุป] ... เพราะถั่วลิสงเตามีเมล็ด [หลักฐาน] ... แต่งกวาก็มีเมล็ดเหมือนกันค่ะ [หลักฐาน]
S9	✓	✓	✗	(ถั่วลิสงเตาและแต่งกวาเป็นผลไม้) [ข้อสรุป] ... เพราะแต่งกวากับถั่วลิสงเตามีเมล็ดเป็นแกน [หลักฐาน]
รวม	9	5	3	

หมายเหตุ ✓ ปรากฏอย่างชัดเจน ✗ ไม่ปรากฏ



ข้อมูลจากตารางที่ 1 แสดงว่า ถึงแม้ว่านักเรียนทุกคนลงข้อสรุปว่า ถั่วลิ้นเต่าและ/หรือแตงกวาเป็นผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีนักเรียนคนใดเลยที่ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มีครบทั้ง 3 องค์ประกอบ (นั่นคือ ข้อสรุป หลักฐาน และการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน) นักเรียน 5 คน (S1 S2 S3 S8 และ S9) ให้เหตุผลที่มีข้อสรุปและหลักฐาน แต่ไม่มีการชี้แจงว่า ข้อสรุปและหลักฐานนั้นสัมพันธ์กันอย่างไร ทั้งๆ ที่สถานการณ์นี้ได้ให้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ไว้แล้วว่า “ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีเมล็ด” ส่วนนักเรียนอีก 3 คน (S4 S5 และ S7) ให้เหตุผลที่มีข้อสรุป แต่ไม่มีการอ้างถึงหลักฐาน ดังนั้น ถึงแม้ว่านักเรียนเหล่านี้ชี้แจงว่า “ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีเมล็ด” แต่การชี้แจงนี้เป็นเพียงการชี้แจงแบบลอยๆ ที่ปราศจากการอ้างอิงถึงหลักฐาน ในขณะที่นักเรียนอีก 1 คน (S6) ระบุถึงข้อสรุปเท่านั้น โดยไม่มีทั้งการอ้างถึงหลักฐานและการชี้แจงใดๆ นักเรียนคนนี้ ลงข้อสรุปโดยใช้ประสบการณ์ส่วนตัวเกี่ยวกับลักษณะภายนอกของผลไม้มากกว่าหลักฐานที่ปรากฏในภาพ

สถานการณ์ที่ 2: หินกลางทะเลทราย

ในสถานการณ์ที่ 2 “หินกลางทะเลทราย” นักเรียนได้สังเกตรูปร่างของหินกลางทะเลทรายที่มีส่วนฐานคอดเล็กกว่าส่วนบน ทั้งนี้เพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้หินมีรูปร่างเช่นนั้น โดยนักเรียนต้องพิจารณาปัจจัยที่เป็นไปได้ 4 ประการ ซึ่งประกอบด้วย น้ำ น้ำแข็ง ลม และความร้อน ในการนี้ นักเรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้รอบตัวว่าทะเลทรายเป็นบริเวณที่เต็มไปด้วยทราย ลม และความร้อน ดังนั้น น้ำและน้ำแข็งจึงไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้หินมีรูปร่างที่คอดเล็กกว่าส่วนบน ในขณะที่หินส่วนบนจะได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่าหินส่วนล่าง ดังนั้น ความร้อนจึงไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้ฐานของหินส่วนล่างคอดเล็กลง ดังนั้น นักเรียนจึงควรลงข้อสรุปและให้เหตุผลว่า ลมเป็นปัจจัยที่ทำให้หินมีส่วนฐานคอดเล็กกว่าส่วนบน [ข้อสรุป] ทั้งนี้ เพราะลมสามารถพัดให้เม็ดทรายลอยขึ้นไปกระทบและค่อยๆ กัดกร่อนส่วนล่างของหิน [การชี้แจง] จนทำให้หินนั้นมีส่วนฐานที่คอดเล็กกว่าส่วนบน [หลักฐาน] ที่เม็ดทรายลอยขึ้นไปไม่ถึง เหตุผลของนักเรียนแต่ละคนปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของเหตุผลของนักเรียนแต่ละคนในสถานการณ์ที่ 2

นักเรียน	องค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์			คำตอบ
	ข้อสรุป	หลักฐาน	การชี้แจงความสัมพันธ์	
S1	✓	✓	✓	(ผมคิดว่า) ลมครับ [ข้อสรุป] ในทะเลทรายชอบเกิดพายุทะเลทรายอะครึบ พายุทะเลทรายอาจจะพัดครับ ทำให้หินที่อยู่รอบกระเด็นออกไป [การชี้แจง] แล้วเหลือแต่ (ส่วนแกน) ตรงกลางอะครึบ [หลักฐาน]
S2	✓	✗	✓	หนูเลือกน้ำ ลม (และ) ความร้อน [ข้อสรุป] เพราะว่า มันบอกว่าทะเลทราย มันก็ต้องมีน้ำอยู่ แล้วน้ำอาจจะพัดมาเป็นคลื่นแล้วทำให้เกิดการกัดกร่อน ลมอาจจะพัดแรงแล้วทำให้เกิดการกัดกร่อนของหิน ... แล้วก็ความร้อน ความร้อนจากแสงอาทิตย์ก็อาจมาปะทะกับหิน แล้วก็ทำให้เกิดการกัดกร่อนคะ [การชี้แจง]
S3	✓	✓	✓	น้ำคะ [ข้อสรุป] เพราะว่า หินมันอยู่ในน้ำ มันอาจจะ (เกิด) การกัดกร่อน [การชี้แจง] ... ก้อนหินให้เป็นลักษณะนี้ได้คะ [หลักฐาน]



ตารางที่ 2 (ต่อ)

นักเรียน	องค์ประกอบของการให้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์			คำตอบ
	ข้อสรุป	หลักฐาน	การชี้แจง ความสัมพันธ์	
S4	✓	✓	✓	(ผมคิดว่า) ข้อ ง. (ความร้อน) ครีบ [ข้อสรุป] เพราะวาทะเลทรายมันร้อนมากอะครีบ แล้วมันน่าจะทำให้ (เกิด) กัดกร่อนอะครีบ มันกัดกร่อนหิน [การชี้แจง] ทำให้ให้มันแหงอะครีบ [หลักฐาน]
S5	✓	✓	✓	หนูตอบ ง. (ความร้อน) [ข้อสรุป] ... ความร้อนนี้อาจช่วยกัดกร่อนให้หินค่อยๆ ผุพังไป [การชี้แจง] จนกลายเป็นรูปทรงแบบนี้ค่ะ [หลักฐาน]
S6	✓	×	×	(ผมตอบ) ข. ลมครีบ [ข้อสรุป] เพราะในทะเลทรายไม่มีน้ำ (และ) น้ำแข็ง ความร้อนอาจจะไม่ทำให้กัดกร่อนขนาดนี้ครีบ
S7	✓	✓	✓	(ผมคิดว่า) ลมครีบ [ข้อสรุป] เพราะวาลมมันพัดมาทรายมันค่อยๆ เเซะ (หิน) ไปเรื่อยๆ [การ] (หิน) ค่อยๆ แหงไปเรื่อยๆ ครีบ [หลักฐาน]
S8	✓	×	✓	(น้ำ) ค่ะ [ข้อสรุป] เพราะน้ำสามารถกัดกร่อนหินให้ละลาย [การชี้แจง]
S9	✓	✓	✓	หนู (คิด) ว่าลมจะค่ะ [ข้อสรุป] บางทีอาจจะเกิดพายุแล้วลมพัดผ่านหินในทะเลทรายค่ะ (ลม) อาจจะพัดพา (หิน) บางส่วนออกไปค่ะ [การชี้แจง] ... แล้วมันหลุดออกมาเป็นรูเว้าอย่างนี้ [หลักฐาน]
รวม	9	6	8	
หมายเหตุ	✓	ปรากฏอย่างชัดเจน	✗	ไม่ปรากฏ

ข้อมูลจากตารางที่ 2 แสดงว่า นักเรียน 6 คน (S1 S3 S4 S5 S7 และ S9) ให้เหตุผลที่มีครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐาน และการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการชี้แจงของนักเรียนเหล่านี้ละเอียดแล้ว นักเรียนเพียงคนเดียวเท่านั้น (S7) ที่ให้เหตุผลได้ว่า ลมพัดทรายในทะเลทรายให้ลอยขึ้นไป “เซาะ” ส่วนฐานล่างของหินให้คอดเล็กลง แต่นักเรียนคนนี้ได้ระบุว่า น้ำหนักของทรายทำให้ลมสามารถพัดทรายให้ลอยขึ้นไปได้ที่ระดับความสูงหนึ่งเท่านั้น ในขณะที่นักเรียนอีก 2 คน (S1 และ S9) ชี้แจงว่า ลมพัดขึ้นส่วนเล็กๆ ของหินให้

หลุดลอยไป โดยปราศจากการอ้างอิงเม็ดทรายในทะเลทราย เหตุผลของนักเรียน 2 คนนี้จึงยังไม่สมบูรณ์และยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่า เหตุใดหินจึงมีส่วนฐานล่างคอดเล็กกว่าส่วนบน ส่วนนักเรียนอีก 2 คน (S4 และ S5) ให้เหตุผลว่า ความร้อนสามารถกัดกร่อนหินได้ แต่เหตุผลนี้ไม่สามารถอธิบายได้ว่า เหตุใดการกัดกร่อนจึงเกิดขึ้นมากในบริเวณส่วนฐานล่างของหิน ทั้งๆ ที่ส่วนบนของหินเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มากที่สุด ในขณะที่นักเรียนอีกคนหนึ่ง (S3) ให้เหตุผลว่า น้ำสามารถกัดกร่อนหินได้โดยไม่มีกรชี้แจงว่า น้ำในทะเลทรายมาจากที่ใด นอกจากนี้ นักเรียนอีก



3 คน (S2 S6 และ S8) ให้เหตุผลที่ขาดบางองค์ประกอบ นักเรียน 2 คน (S2 และ S8) ไม่มีการระบุหลักฐาน ในขณะที่นักเรียนอีกคนหนึ่ง (S6) ไม่ได้ชี้แจงเลยว่า ลมทำให้หินมีรูปร่างเช่นนั้นได้อย่างไร

สถานการณ์ที่ 3: ซากเหาบนหัวของมัมมีอียิปต์โบราณ

ในสถานการณ์ที่ 3 “ซากเหาบนหัวของมัมมีอียิปต์โบราณ” นักเรียนได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการค้นพบซากเหาบนหัวของมัมมีอียิปต์โบราณ ในกรณีนี้ นักเรียนต้องใช้ข้อมูลนี้เพื่อเลือกว่า ตนเองสามารถลงข้อสรุปใดต่อไปนี้ได้บ้าง (ก) การกำจัดเหาเป็นไปได้อย่างไร (ข) เหาชอบใช้ชีวิตบนหัวเด็ก (ค) เหาอยู่ร่วมกับคนมานานแล้ว และ (ง) ชาวอียิปต์โบราณไม่ค่อยสระผม ในกรณีนี้ นักเรียนต้องใช้

ความรู้รอบตัวว่า มัมมีเป็นศพของมนุษย์ในสมัยอียิปต์โบราณที่ถูกเก็บรักษาเป็นอย่างดี [การชี้แจง] ดังนั้น การค้นพบซากเหาบนหัวของมัมมีอียิปต์โบราณ [หลักฐาน] จึงหมายความว่า เหาและมนุษย์เคยอยู่ร่วมกันมาตั้งแต่สมัยนั้นแล้ว [ข้อสรุป] ในขณะที่ข้อสรุปอื่นๆ เป็นการลงข้อสรุปที่เกินจริงและ/หรือไม่ได้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน กล่าวคือ การค้นพบซากเหาไม่บ่งบอกอะไรเกี่ยวกับความยากง่ายของการกำจัดเหา ไม่เกี่ยวอะไรกับการเลือกที่อยู่อาศัยของเหา และไม่เกี่ยวอะไรกับนิสัยการสระผมของชาวอียิปต์โบราณ เหตุผลของนักเรียนแต่ละคนปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของเหตุผลของนักเรียนแต่ละคนในสถานการณ์ที่ 3

นักเรียน	องค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์			คำตอบ
	ข้อสรุป	หลักฐาน	การชี้แจง	
S1	✓	✗	✓	ผมเลือกข้อ ง. ครับ [ข้อสรุป] เพราะว่า สมัยก่อนไม่มีแชมพูครับ อียิปต์อยู่ในทะเลทรายใช้ไหมครับ ไม่ค่อยมีน้ำด้วยครับ ทำให้ (การ) สระผมเป็นไปได้อย่างไรครับ [การชี้แจง]
S2	✓	✗	✓	หนูเลือกข้อ ง. ค่ะ [ข้อสรุป] เพราะว่า คนโบราณอาจไม่มียาสระผม อะไรอย่างนี้ แล้ว (คนโบราณ) อาจไม่ได้สระผม อาจจะเป็นน้ำสกปรก คนก็เลยไม่นิยมสระผม [การชี้แจง]
S3	✓	✓	✓	ข้อ ก. ค่ะ การกำจัดเหาเป็นไปได้อย่างไรค่ะ [ข้อสรุป] เพราะว่า มัมมีเป็นสิ่งที่ (ถูก) เก็บมิดชิดค่ะ [การชี้แจง] ... เรายังขึ้นบนหัวได้ [หลักฐาน] ... (ซึ่ง) แสดงว่า การกำจัดเหาเป็นไปได้อย่างไรค่ะ [ข้อสรุป]
S4	✓	✓	✓	[เจียบ] (ผมคิดว่ามัน) น่าจะ (เป็น) ข้อ ค. เหาอยู่ร่วมกับคนมานานแล้ว [ข้อสรุป] เพราะว่า ... มัมมีก็มีอายุมากแล้วอะครับ [การชี้แจง] ถ้ามีเหา [หลักฐาน] ก็แสดงว่า เหาต้องอยู่กับคนมานานแล้วอะครับ [ข้อสรุป]
S5	✓	✗	✗	(หนู) ตอบข้อ ง. ค่ะ เพราะชาวอียิปต์อาจจะไม่ชอบสระผมค่ะ [ข้อสรุป] ไม่ชอบดูแลความสะอาดอะค่ะ
S6	✓	✗	✗	ข้อ ง. ชาวอียิปต์โบราณไม่ค่อยได้สระผม [ข้อสรุป] (พวกเขา/เธอ) อาจจะมีเหาอยู่บนหัวก็เป็นได้ครับ



ตารางที่ 3 (ต่อ)

นักเรียน	องค์ประกอบของการให้เหตุผล			คำตอบ
	ทางวิทยาศาสตร์			
	ข้อสรุป	หลักฐาน	การชี้แจง	
S7	✓	✗	✓	ผมตอบข้อ ค. ครับ [ข้อสรุป] เพราะว่า มัมมีมีมานานมากแล้ว [การชี้แจง] เขาก็เลยอยู่กับคนมานานมากแล้วครับ [ข้อสรุป]
S8	✓	✗	✗	ข้อ ข. ค่ะ [ข้อสรุป] เพราะเขาชอบอยู่ในหัวเด็กและ(หัว) ผู้ใหญ่ค่ะ เพราะถ้าใครไม่ชอบสระผม เขาก็จะอยู่บนหัวของเด็กหรือผู้ใหญ่ก็ได้ค่ะ
S9	✓	✓	✓	หนูคิดว่าข้อ ค. [ข้อสรุป] เพราะว่า เหมันอยู่ร่วมกับคนมานานหลายร้อยปีแล้วอะค่ะ [ข้อสรุป] มัน ... [เจียบ] เหมันอยู่บนหัวของมัมมีประเทศอียิปต์ [หลักฐาน] ที่ตายไปนานแล้ว [การชี้แจง] (เรา) จึงสมมติได้ว่า เหมันอยู่ร่วมกับคนมานานแล้ว [ข้อสรุป]
รวม	9	3	6	

หมายเหตุ ✓ ปรากฏอย่างชัดเจน ✗ ไม่ปรากฏ

ข้อมูลจากตารางที่ 3 แสดงว่า นักเรียน 3 คน (S3 S4 และ S9) ให้เหตุผลที่มีครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐาน และการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาการชี้แจงของนักเรียนเหล่านี้อย่างละเอียดแล้ว นักเรียนเพียง 2 คนเท่านั้น (S4 และ S9) ที่เชื่อมโยงได้ว่า ซากเขบนหัวของมัมมีอียิปต์โบราณเป็นหลักฐานที่แสดงว่า คนและเขามีชีวิตร่วมกันมานานแล้ว โดยนักเรียนทั้งคู่ให้เหตุผลที่สอดคล้องกันว่า มัมมีเคยเป็นมนุษย์ที่มีชีวิตมานานแล้ว ในขณะที่นักเรียนอีกคนหนึ่ง (S3) เชื่อมโยงว่า มัมมีถูกเก็บอย่างมิดชิด ดังนั้น การที่ซากเขาไปอยู่ที่หัวของมัมมีได้เป็นเพราะว่า การกำจัดเขาเป็นเรื่องยาก นักเรียนคนนี้มีแนวโน้มที่จะสับสนว่า การเก็บอย่างมิดชิดคือการกำจัดเขา ส่วนนักเรียนอีก 6 คน (S1 S2 S5 S6 S7 และ S8) ให้เหตุผลที่มีองค์ประกอบไม่ครบ ถึงแม้ว่านักเรียนคนหนึ่ง (S7) ในจำนวนนี้ให้เหตุผลว่า มัมมีมีมานานแล้ว แต่ กลับไม่ได้ระบุถึงหลักฐาน ในทำนองเดียวกัน นักเรียน 2 คน (S1 และ S2) มีการชี้แจงข้อสรุปของตนเองโดยการคาดเดาอย่างเลื่อนลอยว่า ชาวอียิปต์โบราณไม่มียาสระผม ในขณะที่นักเรียนอีก 3 คน (S5 S6 และ S8) ไม่มีชี้แจงข้อสรุปของตนเอง เหตุผลของนักเรียนเหล่านี้จึงยังไม่สมบูรณ์

สถานการณ์ที่ 4: การหลอมเหลวของเนยแข็งและช็อคโกแลต

ในสถานการณ์ที่ 4 “การหลอมเหลวของเนยแข็งและช็อคโกแลต” นักเรียนได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองหนึ่ง ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบการหลอมเหลวของก้อนเนยแข็งและแท่งช็อคโกแลต อย่างละ 20 กรัม โดยเนยแข็งเป็นก้อนใหญ่เพียงก้อนเดียว ในขณะที่แท่งช็อคโกแลตเป็นก้อนเล็กๆ หลายก้อน หากผลการทดลองปรากฏว่าเมื่อแท่งช็อคโกแลตหลอมเหลวจนหมด ก้อนเนยแข็งยังคงมีบางส่วนที่ยังคงเป็นของแข็ง นักเรียนต้องประเมินและให้เหตุผลว่า ผู้ทดลองสามารถลงข้อสรุปว่า “แท่งช็อคโกแลตหลอมเหลวเร็วกว่าก้อนเนยแข็ง” ได้หรือไม่ ในการนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า พื้นที่ผิวของก้อนเนยแข็งและแท่งช็อคโกแลตมีผลต่ออัตราการหลอมเหลว (หรืออัตราการถ่ายโอนความร้อน) [การชี้แจง] ดังนั้น หากผู้ทดลองไม่ได้ควบคุมพื้นที่ผิวของก้อนเนยแข็งและแท่งช็อคโกแลตให้เท่ากัน [หลักฐาน] ผู้ทดลองจึงไม่สามารถลงข้อสรุปได้ว่าแท่งช็อคโกแลตหลอมเหลวเร็วกว่าก้อนเนยแข็ง [ข้อสรุป] เหตุผลของนักเรียนแต่ละคนปรากฏดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 องค์ประกอบของเหตุผลของนักเรียนแต่ละคนในสถานการณ์ที่ 4

นักเรียน	องค์ประกอบของการให้เหตุผล			คำตอบ
	ทางวิทยาศาสตร์			
	ข้อสรุป	หลักฐาน	การชี้แจง	
S1	✓	✓	✓	(ผม) มั่นใจครับ (ว่า ช็อคโกแลตหลอมเหลวได้เร็วกว่าเนยแข็ง) [ข้อสรุป] เพราะช็อคโกแลตมีขนาดเล็กกว่าครับ [หลักฐาน] สิ่งที่เล็กกว่าจะละลายเร็วกว่าครับ ... ความร้อนมันซึมเข้าไปได้เร็วกว่าครับ [การชี้แจง]
S2	✓	✗	✓	(เรา) แน่ใจไม่ได้ (ว่า ช็อคโกแลตหลอมเหลวได้เร็วกว่าเนยแข็ง) [ข้อสรุป] ... เพราะว่า เนยแข็งอาจจะละลายเร็วกว่า ... ความร้อนมันอาจจะมากกว่ากันก็ได้ แต่ถ้าเกิด (ความร้อน) มันเท่ากัน ช็อคโกแลตก็น่าจะละลายเร็วกว่า [ข้อสรุป] ... เนยแข็งมันช้อนเนยแข็ง [การชี้แจง] ช็อคโกแลตก็น่าจะละลายเร็วกว่า [ข้อสรุป]
S3	✓	✗	✓	(ช็อคโกแลตละลายเร็วกว่าเนยแข็ง) [ข้อสรุป] เพราะว่าเนยมันช้อนเนยแข็ง [การชี้แจง]
S4	✓	✗	✗	(มัน) น่าจะไม่ได้ครับ [ข้อสรุป] เพราะช็อคโกแลตละลายง่ายกว่าเนย ... เพราะว่า ช็อคโกแลตถ้าโดนความร้อนแล้ว (จะ) ละลายง่ายกว่าเนยครับ [การชี้แจง]
S5	✓	✗	✓	หนูดอบได้ เพราะแท่งช็อคโกแลตเมื่อโดนความร้อนก็ (จะ) ละลายอย่างรวดเร็ว [ข้อสรุป] ... เนยแข็งอาจจะเป็นสิ่งที่แข็งอยู่แล้วค่ะ [การชี้แจง] มันจึงละลายได้ช้ากว่าแท่งช็อคโกแลต
S6	✓	✗	✓	(ผม) ตอบว่า เนยแข็งมีความแข็งและแน่นกว่าช็อคโกแลต ... เพราะเนยแข็งมีไขมันเยอะครับ [การชี้แจง] มันก็เลยทำให้ละลายช้ากว่าช็อคโกแลตครับ [ข้อสรุป]
S7	✓	✓	✓	(ผม) แน่ใจได้ครับ เพราะเวลาช็อคโกแลตโดนความร้อนมาก ๆ จะละลายกลายเป็นของเหลวเร็วกว่าเนยแข็ง [ข้อสรุป] ... เนยแข็งมันจะมีความหนากว่าช็อคโกแลตครับ ... จากภาพครับ ช็อคโกแลตมันถูกหั่นเป็นชิ้นเป็นชิ้น [หลักฐาน] มันจะละลายง่ายกว่าเนยแข็งที่มันเป็นก้อนใหญ่ [การชี้แจง]
S8	✓	✗	✓	(เรามั่นใจได้) เพราะแท่งช็อคโกแลตเมื่อเจอความร้อนอาจทำให้ละลายเร็วกว่าเนย [ข้อสรุป] เพราะช็อคโกแลตละลายง่ายกว่าเนยค่ะ ... เพราะเนยมันจะแข็งกว่าช็อคโกแลตค่ะ [การชี้แจง]



ตารางที่ 4 (ต่อ)

นักเรียน	องค์ประกอบของการให้เหตุผล			คำตอบ
	ทางวิทยาศาสตร์			
	ข้อสรุป	หลักฐาน	การชี้แจง	
S9	✓	✓	✓	เพราะช็อคโกแลตมีความอ่อน [การชี้แจง] (มัน) สามารถ (ถูก) ทำให้เป็นของเหลวได้ง่ายกว่าเนยแข็งค่ะ [ข้อสรุป] ... เนยแข็งมีความแข็ง [การชี้แจง] เมื่อโดนความร้อนเท่ากับช็อคโกแลต มันยังมีเหลือเศษใช้ไหมคะ [หลักฐาน] แต่ช็อคโกแลตซึ่งมีความอ่อนกว่าเนยแข็ง [การชี้แจง] (มัน) สามารถหลอมเหลวได้ทั้งหมด [หลักฐาน] (เรา) ก็แน่ใจได้ว่า ช็อคโกแลต กลายเป็นของเหลวได้เร็วกว่าเนยแข็งค่ะ [ข้อสรุป]
รวม	9	3	8	

หมายเหตุ ✓ ปรากฏอย่างชัดเจน ✗ ไม่ปรากฏ

ข้อมูลจากตารางที่ 4 แสดงว่า นักเรียน 3 คน (S1 S7 และ S9) ให้เหตุผลที่มีครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐาน และการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการชี้แจงของนักเรียนเหล่านี้อย่างละเอียดแล้ว นักเรียนเพียง 2 คนเท่านั้น (S1 และ S7) ที่ตระหนักว่า ก้อนเนยแข็งและแท่งช็อคโกแลตมีขนาด (และพื้นที่ผิว) แตกต่างกัน ซึ่งสามารถส่งผลต่อช่วงเวลาที่ยกเนยแข็งและแท่งช็อคโกแลตใช้ในการหลอมเหลว ดังนั้น ผู้ทดลองจึงไม่สามารถลงข้อสรุปได้ว่า แท่งช็อคโกแลตหลอมเหลวได้เร็วกว่าก้อนเนยแข็ง ในขณะที่นักเรียน อีกคนหนึ่ง (S9) แม้อ้างถึงหลักฐานว่า ในช่วงเวลาเท่ากัน ก้อนเนยแข็งยังหลอมเหลวไม่หมด ในขณะที่แท่งช็อคโกแลตหลอมเหลวหมดแล้ว แต่นักเรียนคนนี้ก็กลับไม่ได้ใช้หลักฐานนี้ในการให้เหตุผลว่า เหตุใดก้อนเนยแข็งจึงหลอมเหลวไม่หมด นักเรียนคนนี้ก็กลับอ้างถึงความแข็งและความอ่อนของก้อนเนยแข็งและแท่งช็อคโกแลต นักเรียน 6 คน (S2 S3 S4 S5 S6 และ S8) ให้เหตุผลที่มีองค์ประกอบไม่ครบ ในจำนวนนี้ นักเรียน 5 คน (S2 S3 S5 S6 และ S8) ไม่ได้ชี้แจงโดยการอ้างถึงหลักฐานเกี่ยวกับขนาด (และพื้นที่ผิว) ของก้อนเนยแข็งและแท่งช็อคโกแลต โดยส่วนใหญ่ (S2 S3 S5 และ S8) อ้างว่า เนยแข็งมีความ

แข็งมากกว่าช็อคโกแลต ในขณะที่คนหนึ่ง (S6) อ้างว่า เนยแข็งมีไขมันเป็นส่วนประกอบ ส่วนนักเรียนอีกคนหนึ่ง (S4) ไม่มีการชี้แจงใดๆ ภาพรวมในทุกสถานการณ์

เมื่อพิจารณาการให้เหตุผลของนักเรียนทุกคนในทุกสถานการณ์ ผลปรากฏดังตารางที่ 5 ซึ่งแสดงว่า ครั้งหนึ่งของเหตุผลของนักเรียนเหล่านี้เป็นเหตุผลที่มีการลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ 2 3 และ 4 ในขณะที่ประมาณเกือบหนึ่งในสี่ของเหตุผลของนักเรียนเหล่านี้เป็นเหตุผลที่ไม่มีหลักฐานประกอบการลงข้อสรุป ส่วนอีกประมาณเกือบร้อยละ 14 ของเหตุผลของนักเรียนเหล่านี้เป็นเหตุผลที่แม้มีการลงข้อสรุปที่ถูกต้องและมีหลักฐานประกอบ แต่กลับไม่มีการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน มีเพียงเกือบร้อยละ 14 ของเหตุผลของนักเรียนเหล่านี้เท่านั้นที่มีทั้งการลงข้อสรุปถูกต้อง การอ้างอิงหลักฐานประกอบการลงข้อสรุป และการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน ข้อมูลในตารางที่ 5 จึงแสดงว่า นักเรียนเหล่านี้ยังขาดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ 2 3 และ 4



ตารางที่ 5 ลักษณะของเหตุผลของนักเรียนทุกคนในทุกสถานการณ์

ลักษณะของเหตุผล	คำตอบในแต่ละสถานการณ์				ความถี่
	สถานการณ์ ที่ 1	สถานการณ์ ที่ 2	สถานการณ์ ที่ 3	สถานการณ์ ที่ 4	
การลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง	-	S2 S3 S4 S5 S8	S1 S2 S3 S5 S6 S8	S1 S3 S5 S6 S7 S8 S9	18 (50.00%)
การลงข้อสรุปถูกต้อง แต่ไม่มีหลักฐานประกอบการ ลงข้อสรุป (และการชี้แจง)	S4 S5 S6 S7	S6	S7	S2 S4	8 (22.22%)
การลงข้อสรุปถูกต้อง มีหลักฐาน ประกอบการลงข้อสรุป แต่ไม่มี การชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อสรุปและหลักฐาน หรือการ ชี้แจงนั้นไม่แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน	S1 S2 S3 S8 S9	-	-	-	5 (13.89%)
การลงข้อสรุปถูกต้อง มีหลักฐาน ประกอบการลงข้อสรุป และมี การชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อสรุปและหลักฐาน	-	S1 S7 S9	S4 S9	-	5 (13.89%)
รวม	9	9	9	9	36

มันค่อนข้างชัดเจนว่า นักเรียนเหล่านี้คุ้นเคยกับสถานการณ์ที่ 1 “ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์” ซึ่งเกี่ยวข้องกับผักและผลไม้ในชีวิตประจำวัน ส่วนใหญ่ของนักเรียนเหล่านี้จึงสามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้องในสถานการณ์นี้มากกว่า ในสถานการณ์อื่นๆ แต่ในทางกลับกัน สถานการณ์ที่ 2 “หินกลางทะเลทราย” และสถานการณ์ที่ 3 “ซากเท้านกหัวของมัมมี่อียิปต์โบราณ” เป็นสถานการณ์ที่อาจไม่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนไทย ดังนั้น การให้เหตุผลบนพื้นฐานของประสบการณ์ในชีวิตประจำวันอาจนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างที่นักเรียนคนหนึ่ง (S5) ให้เหตุผลว่า ชาวอียิปต์ไม่ชอบสระผมหรือไม่ชอบดูแลความสะอาด และดังตัวอย่างที่นักเรียนอีกคนหนึ่ง (S8) ให้เหตุผลว่า น้ำสามารถกัดกร่อนหินให้ละลายได้ เป็นต้น ในขณะที่สถานการณ์ที่ 4 แม้จะเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนไทย แต่

คำถามในสถานการณ์นี้อาจแตกต่างไปจากคำถามทั่วไปที่นักเรียนเหล่านี้เคยประสบมา ซึ่งเน้นการประเมินความถูกต้องของความรู้เป็นหลัก คำถามในสถานการณ์ที่ 4 นี้ไม่ได้ต้องการให้นักเรียนตอบว่า “ซ็อคโคแลตทลอมเหลวได้เร็วกว่าเนยแข็งหรือไม่” แต่ต้องการให้นักเรียนให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งการลงข้อสรุปจากผลการทดลอง นักเรียนเหล่านี้อาจยังไม่คุ้นเคยกับคำถามที่ประเมินการให้เหตุผลเพื่อการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์

บทสรุป การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คน (นักเรียนหญิง 5 คน และนักเรียนชาย 4 คน) ที่ไม่เคยผ่านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นย้ำการให้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์มาก่อน การวิจัยนี้ใช้ข้อมูลเชิง



คุณภาพที่มาจาก การสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง เป็นรายบุคคล โดยนักเรียนแต่ละคนต้องให้เหตุผลใน 4 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ที่ 1 “ผลไม่ในทางวิทยาศาสตร์” สถานการณ์ที่ 2 “หินกลางทะเลทราย” สถานการณ์ที่ 3 “ซากเหาบนหัวของมัมมี่อียิปต์โบราณ” และสถานการณ์ที่ 4 “การหลอมเหลวของเนยแข็ง และชีสโกแลต” ข้อมูลเชิงคุณภาพเหล่านี้ถูกวิเคราะห์ ด้วยการตีความและการระบุดองค์ประกอบที่จำเป็นที่สุดของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 1) ข้อสรุป 2) หลักฐาน และ 3) การชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนเหล่านี้ส่วนใหญ่ลงข้อสรุปไม่ถูกต้องและ/หรือ ให้เหตุผลที่มีองค์ประกอบไม่ครบถ้วน นักเรียนเหล่านี้ส่วนใหญ่ไม่ได้นำหลักฐานมาใช้ในการลงข้อสรุปและการให้เหตุผลในขณะที่นักเรียนอีกส่วนหนึ่งแม้ลงข้อสรุปและให้เหตุผลด้วยหลักฐาน แต่ยังไม่สามารถชี้แจงได้ว่า ข้อสรุปและหลักฐานสัมพันธ์กันอย่างไร ผลการวิจัยนี้จึง สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Songer N. B., Kelcey, B., & Gotwals, A. W. (2009, p. 613) ที่เปิดเผยว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายมักมีการลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง ลงข้อสรุปที่ปราศจากหลักฐาน และ/หรือไม่สามารถชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานได้

สาเหตุที่นักเรียนเหล่านี้ยังไม่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อาจมีความซับซ้อนและหลากหลาย สาเหตุประการแรกที่เป็นไปได้ คือว่า เนื่องจากนักเรียนเหล่านี้ยังไม่ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ เน้นการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาก่อน นักเรียนเหล่านี้จึงยังไม่ทราบเกี่ยวกับองค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (McNeil, K. L., & Krajcik, J., 2008, p. 70) ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจำนวนหนึ่งอาจละเลยการอ้างอิงถึงหลักฐานและความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานโดยไม่รู้ตัว การละเลย องค์ประกอบเหล่านี้จึงทำให้การให้เหตุผลขาดความ สมบูรณ์ สาเหตุอีกประการหนึ่งที่เป็นไปได้เช่นกันคือว่า เนื่องการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน ต้องอาศัยความรู้รอบตัวและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวข้อง (Sadler, T. D., & Fowler, S. R., 2006, pp. 15-16) นักเรียนจำนวนหนึ่งที่ขาดความรู้เหล่านี้จึงอาจ

ไม่สามารถชี้แจงได้อย่างชัดเจนว่า หลักฐานและข้อสรุป เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันอย่างไร ผลการวิจัยนี้จึงสะท้อนว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในอดีตอาจยังไม่มี ประสิทธิภาพเพียงพอในการพัฒนานักเรียนเหล่านี้ให้มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ถึงแม้ว่างานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในแง่ของจำนวนพลวิจัย ที่น้อยและการเจาะจงเลือกพลวิจัย แต่ผลการวิจัยนี้ให้ มุมมองที่น่าสนใจและน่ากังวลว่า นักเรียนไทย (อย่างน้อยที่สุดจำนวนหนึ่ง) อาจขาดโอกาสให้การฝึกให้ เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะผลการวิจัยอื่นๆ ได้ เปิดเผยมาก่อนหน้านี้แล้วว่า การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ใน (บางพื้นที่ของ) ประเทศไทยยังคงเน้น การบรรยายและมุ่งเน้นเฉพาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ญาณพัฒนา พรหมประสิทธิ์, นฤมล ยุตาคม, และ พัฒน์ จันทรโรทัย, 2551; น. 8; ลีซา ลดาชาติ และ วรณทิพร รอดแรงคำ, 2551, น. 1318; Dahsah, C., & Faikhamta, C., 2008, pp. 295-297) การจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์เช่นนี้ไม่ได้เน้นให้นักเรียน ตีความหลักฐาน ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของหลักฐาน และ ชี้แจงเหตุผลของการลงข้อสรุปนั้น นักเรียนไทยจึงขาด ความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของหลักฐานในการลงข้อสรุป และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (กาญจนา มหาดี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553, น. 805; ลีซา ลดาชาติ และ ลฎภา สุธกกุล, 2555, น. 82) และจากผลการประเมิน นักเรียนนานาชาติ (PISA) ด้านการรู้วิทยาศาสตร์ทุก ครั้งที่ผ่านมา (สสวท., 2555, น. 23-103; 2556, น. 18-22) ผลการวิจัยนี้ยังได้เพิ่มเติมและยืนยันว่า นักเรียนไทยยังไม่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ อย่างสมบูรณ์

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002, p. 179, 204-206) เสนอว่า กิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ไม่ควรมุ่งเน้นการนำเสนอแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์โดยตรงไปตรงมาจนเกินไป ไม่ว่าจะเป็น 1) การทดลองอย่างง่ายที่มีตัวแปรต้นและตัวแปรตาม อย่างละ 1 ตัว 2) การสังเกตอย่างง่ายที่มีการระบุลักษณะ เป้าหมายของการสังเกตไว้ล่วงหน้า และ 3) การสาธิตอย่าง ง่ายที่มุ่งเน้นการนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึก ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง เนื่องจาก



ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สิ่งที่จะเกิดขึ้นเองจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ McNeil, K. L., & Krajcik, J. (2008, pp. 70-72) จึงเสนอว่า ครูต้องทำการเน้นย้ำและส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกให้เหตุผลและประเมินความน่าเชื่อถือของการให้เหตุผลใดๆ บนพื้นฐานของหลักฐาน ในการนี้ นักเรียนควรได้ทราบในเบื้องต้นว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่จำเป็นอะไรบ้าง และองค์ประกอบเหล่านั้นสัมพันธ์กันอย่างไร ครูควรเป็นต้นแบบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยครูไม่ควรเร่งให้นักเรียนด่วนเชื่อข้อสรุปใดๆ (รวมทั้งข้อสรุปของ ครูเอง หรือแม้แต่ข้อสรุปที่ปรากฏในหนังสือเรียน) โดยปราศจากการชี้แจงการลงข้อสรุปนั้นด้วยหลักฐาน หากแต่ครูควรให้นักเรียนได้พิจารณาข้อสรุปในเรื่องเดียวกันที่หลากหลาย เพื่อร่วมกันไตร่ตรองว่า แต่ละข้อสรุปมีหลักฐานใดบ้างที่สนับสนุนและการสนับสนุนนั้นเป็นอย่างไร ทั้งนี้เพื่อร่วมกันตัดสินว่าข้อสรุปใดมีเหตุผลและน่าเชื่อถือ (Geddis, A. N., 1991, p. 170) ทั้งหมดนี้ควรปรากฏเป็นประจำในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Driver, R., Newton, P., & Osborne, J., 2000, p. 288)

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา มหาลี และชาตรี ฝ้ายคำตา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 16(5), 795-809.

ญาณพัฒน์ พรหมประสิทธิ์, นฤมล ยุตาคม, และพัฒน์จิรินทร์โรทัย. (2551). การรับรู้ของครูและนักเรียนเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนเรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต. *วารสารเกษตรศาสตร์ (สาขาสังคมศาสตร์)*, 29(1), 1-10.

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2552). สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรที่วิทยาศาสตร์เป็น. *วารสารวิทยาศาสตร์*, 63(1), 84-89.

ลือชา ลดาชาติ. (2555). *การวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียน*. กรุงเทพฯ: อักษรไทย (น.ส.พ. ฟ้ามืองไทย).

ลือชา ลดาชาติ และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2551). การสำรวจสภาพการเรียนการสอนเรื่องเสียงในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดตรัง. *วารสารวิจัย มข.*, 13(11), 1310-1320.

ลือชา ลดาชาติ และลลภา สุธกกุล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 4(2), 73-90.

ลือชา ลดาชาติ, ลลภา สุธกกุล, และชาตรี ฝ้ายคำตา. (2556). ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการส่งเสริมการเรียนการสอน “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ภายในและภายนอกประเทศไทย. *วารสารเกษตรศาสตร์ (สาขาสังคมศาสตร์)*, 34(2), 269-282.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2555). *ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ PISA และ TIMSS: วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. สมุทรปราการ: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making Sense of Argumentation and Explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.



- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Crawford, T., Kelly, G. J., & Brown, C. (2000). Ways of Knowing beyond Facts and Laws of Science: An Ethnographic Investigation of Student Engagement in Scientific Practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(3), 237-258.
- Dahsah, C., & Faikhamta, C. (2008). Science Education in Thailand: Science Curriculum Reform in Transition. In R. K. Coll & N. Taylor. (Eds.). *Science Education in Context: An International Examination of the Influence of Context on Science Curricula Development and Implementation*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Erickson, F. (1985). Qualitative Methods in Research on Teaching. In ERIC Document Reproduction. United State: Michigan State University.
- Geddis, A. N. (1991). Improving the Quality of Science Classroom Discourse on Controversial Issues. *Science Education*, 75(2), 169-183.
- Kolsto, S. D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Kuhn, D. (1993). Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- McNeil, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78.
- New Zealand Council for Educational Research. (2010). *Science: Thinking with Evidence*. Wellington: NZCER.
- Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2013). PISA 2015: Draft Science Framework. Retrieved, March 11, 2014, from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the Quality of Argument in School Science. *School Science Review*, 82(301), 63-70.
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A Threshold Model of Content Knowledge Transfer for Socioscientific Argumentation. *Science Education*, 90(6), 986-1004.



Songer, N. B., & Gotwals, A. W. (2012). Guiding Explanation Construction by Children at the Entry Points of Learning Progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 141-165.

Songer, N. B., Kelcey, B., & Gotwals, A. W. (2009). How and When Does Complex Reasoning Occur? Empirically Driven Development of a Learning Progression Focused on Complex Reasoning about Biodiversity. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 610-631.

Thagard, P. R. (1978). The Best Explanation: Criteria for Theory Choice. *The Journal of Philosophy*, 75(20), 76-92.

Yuenyong, C., & Narjaikaw, P. (2009). Scientific Literacy and Thailand Science Education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 335-349.

