

มองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในมุมที่ต่างออกไป
เพื่อทำความเข้าใจในการสอนฐานสมรรถนะ
The Different Perspective on Nature of Science to Understand
Competency-Based Teaching

มุตากีม อาแว^{1*} ศุภวิชช์ คณิตจินดา² ชาตรี ฝ้ายคำตา³
พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ⁴ และเอกภูมิ จันทรขันตี⁵
Mustakeem Awae^{1*} Supawit Kanitjinda² Chatree Faikhamta³
Pongprapan Pongsophon⁴ and Ekgapoom Jantarakantee⁵

¹นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, mustakeem.a@ku.th
(Ph.D. Student in Science Education Program, Kasetsart University)

²นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, s.kanitjinda@gmail.com
(Ph.D. Student in Science Education Program, Kasetsart University)

³ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, feductf@ku.ac.th
(Department of Education, Kasetsart University)

⁴ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, pongprapan.p@ku.th
(Department of Education, Kasetsart University)

⁵ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, feduepj@ku.ac.th
(Department of Education, Kasetsart University)

บทคัดย่อ

งานวิจัยที่ผ่านมาได้ชี้ให้เห็นว่า แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่ได้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสอนมากเท่าใดนัก โดยส่วนใหญ่พบว่า ครูมักจะสอน "บทเรียนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์" ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิด ประวัติศาสตร์และปรัชญาของวิทยาศาสตร์เพียงเท่านั้น อาทิ วิทยาศาสตร์มีความคงทนแต่เปลี่ยนแปลงได้ กฎและทฤษฎีมีหน้าที่แตกต่างกัน เป็นต้น ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพราะไม่ได้ฝึกฝนกระบวนการสืบเสาะและไม่สามารถตีความข้อมูลหรือให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ได้ ทั้งนี้จุดสำคัญของการทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือญาณวิทยา บทความวิชาการนี้จึงขอเสนอแนะมุมมองใหม่ของการทำความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่จะเป็นกุญแจในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาเฉพาะที่ส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียน โดยจะอธิบายด้วยกรอบแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) พร้อมกับวิเคราะห์และยกตัวอย่างกิจกรรมที่ครูวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้

คำสำคัญ: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน การสอนวิทยาศาสตร์ ห้องเรียนฐานสมรรถนะ

ABSTRACT

The present research study indicates that Nature of Science (NoS) is not used as a tool for lesson designs and implementations. Science teachers tend to rather teach NoS to students directly such as the history and philosophy of sciences, scientific ideas are subject to change, and the differences meaning between “laws” and “theory”. Nonetheless, it is insufficient for the development of scientific competencies. Students do not practice the inquiry process and are unable to interpret the data or provide explanation to natural phenomena. The key highlight of understanding the NoS is an epistemological perspective or how the knowledge is acquired. This article presents a new perspective of the NoS for designing and implementing lessons through the concept of pedagogical contents (PCK). Examples of lessons with this new perspective of the NoS will help teachers teach science more effectively.

KEYWORDS: Nature of Science (NoS), Pedagogical Content Knowledge (PCK), Teaching Science, Competency-Based Classroom.

**Corresponding author, E-mail: mustakeem.g@ku.ac.th โทร. 0892934324*

Received: 17 October 2022 / Revised: 3 December 2022 / Accepted: 9 December 2022 / Published online: 27 January 2023

บทนำ

ก่อนหน้านี้งานวิจัยทางการศึกษาในประเทศไทยจำนวนมาก ที่มีข้อค้นพบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยเน้นไปที่องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 9 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์หาคำตอบจากประสบการณ์และหลักฐานจากการทดลอง 2) ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย จินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกัน 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอน แต่มีความคงทน 4) กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กัน แต่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน 5) วิทยาศาสตร์มาจากความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูง 6) วิทยาศาสตร์ต้องมีความเป็นอัตนัย 7) ประวัติศาสตร์วัฒนธรรมและสังคมมีส่วนกำหนดวิทยาศาสตร์ 8) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบต่อสิ่งต่างๆ แต่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่เหมือนกัน 9) วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่คำตอบของทุกคำถาม (Lederman et al., 2002 ; McComas, 2004 ; Lederman, 2006) เป็นต้น ซึ่งเชื่อว่าเป็นรากฐานสำคัญที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีกระบวนการคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น แต่ประเด็นสำคัญ คือ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนโดยตรงผ่านกิจกรรมของครู มีอิทธิพลเพียงพอกี่จะผลักดันให้นักเรียนก้าวเข้าสู่การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ในเชิงปฏิบัติได้หรือไม่ หรือมุมมองเดิมเกี่ยวกับธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้ครูได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นสมรรถนะในตัวผู้เรียนได้หรือไม่ อย่างไร

ทั้งนี้ หากพิจารณาเป้าหมายสูงสุด ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literate person) อันหมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการสื่อสาร การวิพากษ์ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและสามารถนำความรู้หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองและสังคม (American association for the advancement of science [AAAS], 2009) ซึ่งตัวชี้วัดที่จะสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือ การมีสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ที่ครอบคลุมสมรรถนะ 3 ประการได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2)การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2013;

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2563) ดังนั้นการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถดังกล่าว จึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบัน ซึ่งการพัฒนาให้นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องใช้ความรู้ความสามารถของครูที่จะต้องส่งเสริม ผลักดันและฉายภาพให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับวิธีการได้มาซึ่งองค์ความรู้เหล่านั้น เนื่องจากหากวิเคราะห์นิยามของสมรรถนะให้ถี่ถ้วน จะพบว่า นักเรียนต้องสามารถออกแบบและประเมินวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยมีกุญแจสำคัญ คือ นักเรียนต้องเข้าใจในญาณวิทยา (Epistemology) ของวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ครอบคลุมคำถาม ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ได้ความรู้มาอย่างไร นักวิทยาศาสตร์แสดงพฤติกรรมอย่างไรบ้าง สิ่งเหล่านี้จะช่วยขยายภาพสมรรถนะและกระบวนการสืบเสาะอันเป็นหัวใจหลักของความเป็นวิทยาศาสตร์ เข้าใจแก่นแท้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ อะไร มากกว่าการรู้จำธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบอะไรบ้าง

อย่างไรก็ดี เราต่างปฏิเสธไม่ได้ว่า กุญแจอีกหนึ่งดอกที่จะช่วยนำทางให้ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ให้กลายเป็นสถานที่ขัดเกลาให้นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ดี คือ ความรู้และความสามารถของครู โดยหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน คือ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนหรือ Pedagogical Content Knowledge (PCK) โดยได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในแวดวงของนักวิชาการด้านการศึกษามาอย่างยาวนาน ในแง่ของการผสานความรู้ในเนื้อหา ซึ่งเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมเข้ากับความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้ครูได้วางแผน ปรับปรุง ปฏิบัติและนำเสนอเนื้อหาให้สอดคล้องความสนใจและความสามารถที่หลากหลายของผู้เรียน (Shulman, 1986; Park & Oliver, 2008) อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยและพัฒนา PCK ของครูในระดับนานาชาติมีการศึกษาอย่างกว้างขวาง หากแต่ในระดับปฏิบัติยังพบปัญหาอยู่อีกมาก โดยเฉพาะเมื่อมองลงมาในระดับชั้นเรียน เนื่องจากครูส่วนใหญ่มีความสามารถในการจัดการจัดการเรียนรู้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงให้เข้ากับธรรมชาติของรายวิชาได้ (Abell, 2008; Nilsson and Loughran, 2011) กล่าวคือ เมื่อครูไม่มี PCK จะส่งผลให้ครูไม่สามารถก้าวข้ามการสอนแบบเดิม ๆ ที่เน้นการบรรยายหรือถ่ายทอดความรู้โดยตรงและไม่สามารถพานักเรียนไปยังเป้าหมายสูงสุด คือ การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ได้

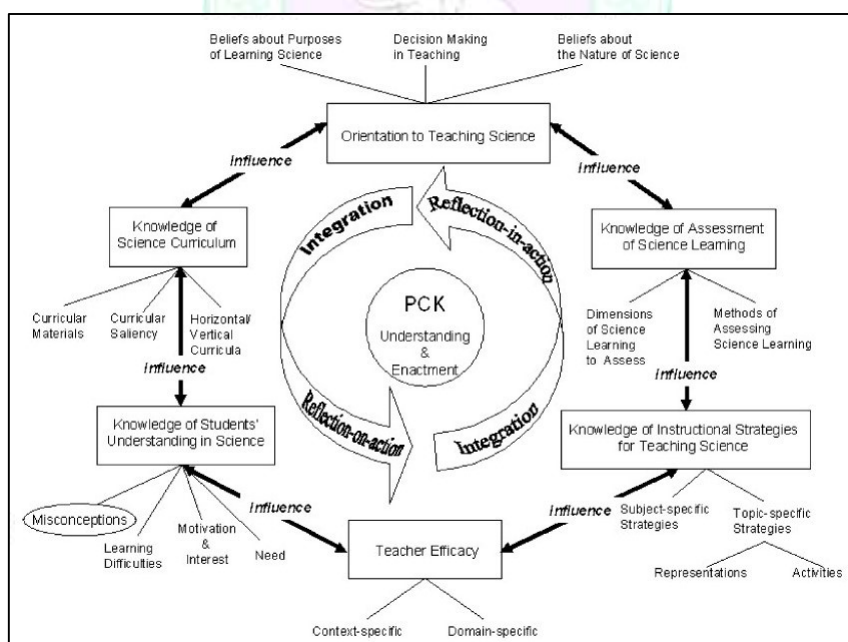
ที่ผ่านมา มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาพยายามอธิบายรูปแบบหรือโมเดลสำหรับ PCK ของครูไว้หลายหลายแนวทาง แต่หนึ่งในองค์ประกอบย่อยที่สำคัญ คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพราะแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูมีอิทธิพลต่อแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Lederman & Zeidler, 1987) ส่งผลให้ครูจำเป็นต้องเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างลุ่มลึก จึงจะส่งผลให้นักเรียนมีพฤติกรรมและเจตคติที่ดีเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมได้ (Abell & Smith, 1994) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูมีอิทธิพลอย่างมากในการตัดสินใจและปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน งานวิจัยหลายเรื่องที่ผ่านมาพบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น (Alanazi, 2018; Lederman & Lederman, 2019) โดยครูที่ไม่เข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จะมีแนวโน้มที่จะสอนวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของการบรรยาย และเน้นไปที่เนื้อหามากกว่ากระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการปรับปรุงความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครู จึงมีบทบาทสำคัญในการออกแบบชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (วรัญญา จีระวิพลวรรณ, 2556) เพื่อที่จะให้ครูได้สอนวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น (พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552) เน้นไปที่กระบวนการได้มาซึ่งความรู้มากกว่าตัวองค์ความรู้ และนั่นคือปลายทางของการมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่าง PCK ของครูที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อันจะส่งผลให้เกิดการจัดการเรียนรู้หรือออกแบบชั้นเรียนให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาได้ ซึ่งบทความนี้จะอธิบายมุมมองใหม่ที่ต่างจากมุมมองเดิม เปลี่ยนโลกทัศน์จากการที่ครูมุ่งเน้นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ มาเป็นการใช้แนวคิดในการมีธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ของครู เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร ได้มาอย่างไร มาเป็นหลักคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้อย่างยั่งยืน ซึ่งผู้เขียนได้ลำดับการนำเสนอเป็นหัวข้อ ดังนี้

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge; PCK) สัมพันธ์กันอย่างไร

PCK ถูกนิยามขึ้นครั้งแรกโดย Shulman (1986) โดยพบว่ามีการบวบทักษะบางอย่างที่ขาดหายไปในการวิจัยทางการศึกษาของครู คือ คำอธิบายที่เกี่ยวกับการเชื่อมโยงว่าครู สามารถเปลี่ยนความเข้าใจของตนเอง เป็นการสอนให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างไร ซึ่งในภายหลังได้มีการนำเสนอเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานสำหรับการสอน (knowledge base for teaching) ประกอบด้วย ความรู้ในเนื้อหา (content knowledge) ความรู้เกี่ยวกับการสอน (general pedagogical knowledge) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร (curriculum knowledge) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (pedagogical content knowledge) ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียนและลักษณะของผู้เรียน (knowledge of learners and their characteristics) ความรู้เกี่ยวกับบริบททางการศึกษา (knowledge of educational context) และความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายของการศึกษา (knowledge of education aims) (Gudmundsdottir & Shulman, 1987)

หลังจากนั้นได้มีนักวิจัยด้านการศึกษามากมาย พยายามสร้างคำอธิบายและสร้างโมเดลสำหรับ PCK ของครูไว้ในรูปแบบที่หลากหลาย แต่องค์ประกอบหนึ่งที่มิขาดหายไปโดยตลอด คือ ความรู้ความเข้าใจ มุมมองและความเชื่อต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อการออกแบบชั้นเรียนของครู กล่าวคือ หากครูเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ได้ความรู้มาอย่างไรและสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม จะส่งผลให้ครูสามารถสอนตามแนวทางอย่างที่ว่าวิทยาศาสตร์เป็น เช่น การสอนที่เน้นกระบวนการคิด การสอนแบบการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการสืบเสาะ การสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน การสอนแบบเปลี่ยนแปลงแนวคิด เป็นต้น โดยองค์ประกอบนี้จะส่งผลต่อมุมมองและความเชื่อในองค์ประกอบ PCK ด้านอื่น ๆ ดังเช่นโมเดลในภาพ 1 ที่มีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีส่วนในการตัดสินใจเลือกวิธีสอน เลือกวิธีการประเมิน ตลอดจนส่งผลต่อความเข้าใจในการใช้หลักสูตร เป็นต้น



ภาพ 1 PCK model for science teaching (Park & Oliver, 2008)

จากภาพ 1 จะเห็นได้ว่า ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู จัดเป็นองค์ความรู้ย่อยของครูในหัวข้อ Orientation to Teaching Science มีผลโดยตรงต่อความรู้ด้านอื่น ๆ ที่มีความสำคัญต่อการออกแบบชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของครู ทั้งนี้ผู้เขียน ขอยกตัวอย่างให้เห็นว่า หากครูมีมุมมองหรือความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน จะส่งผลอย่างไรต่อการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนและส่งผลอย่างไรต่อองค์ประกอบอื่น ๆ ใน PCK ดังตาราง 1

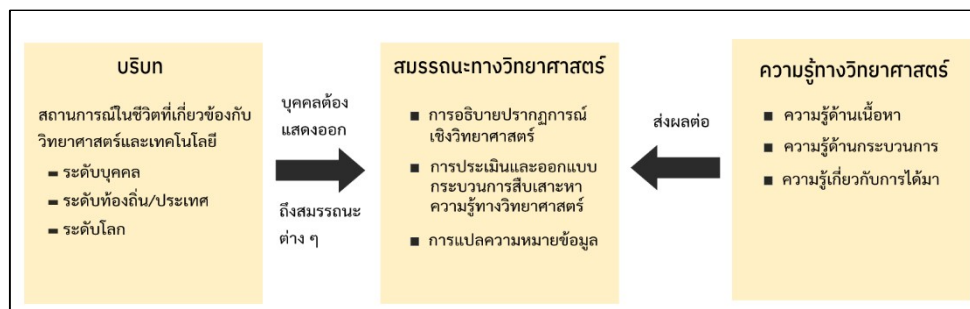
ตาราง 1 เปรียบเทียบการมีความเข้าใจในมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูที่แตกต่างกัน ที่มีอิทธิพลต่อ PCK

ครูเชื่อว่าวิทยาศาสตร์คือองค์ความรู้ที่เป็นข้อสรุปจาก ฉันทามติในประชาคมวิทยาศาสตร์ (เน้น Product)	ครูเชื่อว่าวิทยาศาสตร์ ได้มาจากการบวนการสืบเสาะของ นักวิทยาศาสตร์ (เน้น Process)

จากตาราง 1 อาจกล่าวได้ว่าการเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู มีบทบาทโดยตรงต่อความเชื่อ การตัดสินใจในการเลือกวิธีสอน การเลือกวิธีการประเมินผู้เรียน ตลอดจนส่งผลต่อการออกแบบบทเรียนวิทยาศาสตร์ของครู ทั้งนี้ ในวงการการพัฒนาวิชาชีพครูและกลุ่มนักวิจัยยุคแรกเริ่มที่ศึกษาเกี่ยวกับ PCK ได้ชี้ให้เห็นในทำนองเดียวกันว่า มุมมองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของครู จะเป็นตัวกำหนดกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งจะทำให้บทบาทของครูเปลี่ยนไปตามความเชื่อของตน เนื่องจากความเชื่อและมุมมองเหล่านั้น เป็นสิ่งที่ทำให้ครูกำหนดเป้าหมาย การสอนวิทยาศาสตร์ของตนเอง กำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน (Magnusson, Krajsik, and Borko, 1999) ดังนั้น คำถามสำคัญคือ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบใด ที่จะช่วยให้ครูได้ออกแบบชั้นเรียนให้เหมาะสมกับความเป็นวิทยาศาสตร์และตอบโจทย์ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่ควรจะเป็น ซึ่งคณะผู้เขียนจะอธิบายในหัวข้อถัดไป

เหตุใดจึงต้องเปลี่ยนจากการสอน NoS แบบเดิม สู่การเข้าใจ NoS ของครูเพื่อวางแผนชั้นเรียนให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ดังที่ได้ทราบกันดีว่า เป้าหมายสูงสุดของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ โดยบุคคลที่ได้ชื่อว่าฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องรู้และใช้องค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มีหน่วยงานที่ได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ คือ องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co - operation and Development: OECD) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ดังภาพ 2



ภาพ 2 กรอบการประเมินวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563)

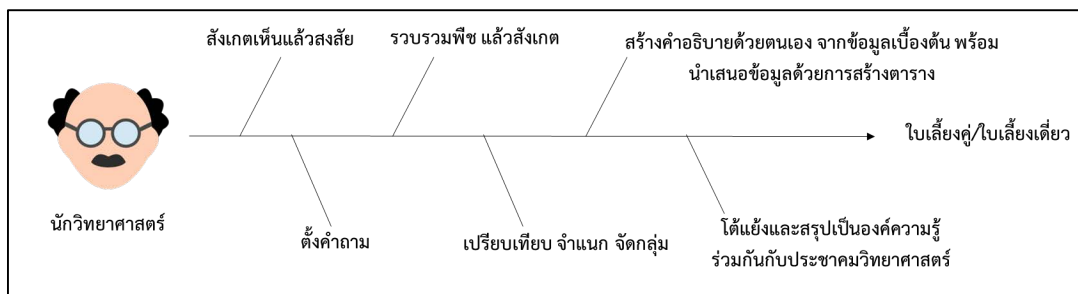
เมื่อพิจารณาถึงจุดเน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA ตามภาพ 2 จะพบว่า กรอบด้านขวามือที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เน้นไปที่กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คำถามสำคัญที่ตามมา คือ เรากำลังสอนวิทยาศาสตร์กันอย่างไร และการสอนธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ที่ท้าทาย มาสามารถไปถึงกรอบสมรรถนะนี้ได้ดีพอหรือยัง ดังที่ผ่านมาเราจะพบงานวิจัยทางการศึกษาจำนวนมากที่เสนอแนะวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน แต่มักเป็นมุมมองที่เน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ กิจกรรมไหนในชั้นเรียนที่สามารถสะท้อนธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ออกมาได้ อาทิ การสอนประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คงทน แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ครูมักจะยกตัวอย่างประวัติศาสตร์การค้นพบองค์ความรู้ แล้วค่อยๆ ร่วมกันพิจารณาว่าความรู้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร แล้วร่วมกันสรุปบทเรียน หรือเรียกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (Explicit Reflective Approach) เป็นต้น หากแต่มุมมองดังกล่าว ยังไม่เอื้อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการ ตลอดจนทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ควรจะเป็นได้มากพอ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ ยังไม่สามารถเชื่อมโยงสู่กรอบการสอนที่เน้นให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้

ทั้งนี้ปัจจัยหลักที่จะช่วยให้ครูสามารถเปลี่ยนแปลงห้องเรียนให้มีความเป็นสมรรถนะขึ้นมาได้ คือ การมีความเชื่อในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง ที่จะช่วยให้รู้ว่า "ควรสอนวิทยาศาสตร์อย่างไร" ในทางปฏิบัติ การเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายความว่า จะสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร แต่หมายถึงวิธีการใช้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นกลยุทธ์การสอนในการปฏิบัติในห้องเรียน ซึ่งการศึกษาของ Lederman (1995) เปิดเผยว่าครูที่ไม่มีประสบการณ์หรือผู้ที่ไม่เชื่อในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความกังวลและมุ่งเน้นเฉพาะการถ่ายทอดความรู้เนื้อหาเท่านั้น ในทำนองเดียวกันกับการศึกษาในครูสอนเคมี ที่พบว่าครูก่อนประจำการมักจะสอนเนื้อหา โดยไม่ได้พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการสอนกับธรรมชาติของเนื้อหา ทั้งนี้การใช้แนวทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาออกแบบการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียน และเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งโดยอัตโนมัติมากกว่าการถ่ายทอดโดยตรงจากครู (McComas, Clough and Nouri, 2020)

ดังนั้น จะพบว่าแท้จริงแล้ว มุมมองธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์แบบเดิม ไม่ได้หมายความว่าไม่มีประสิทธิภาพ แต่ยังไม่เพียงพอสู่การยกระดับห้องเรียนฐานสมรรถนะ ครูจึงไม่ได้มีหน้าที่เพียงแต่เข้าใจนิยามของธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมเท่านั้น แต่ควรสามารถวิเคราะห์และตั้งหลักความคิดเพื่อสะท้อนให้เห็นวิธีการได้มาซึ่งความรู้ในเนื้อหาเฉพาะตามธรรมชาติรายวิชาของตนเองได้ เช่น หากต้องการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ประสาทของพืชดอก (ใบเลี้ยงคู่ ใบเลี้ยงเดี่ยว) ครูจำเป็นต้องไตร่ตรองให้ได้ว่า

1. องค์ความรู้หลัก หรือ Big Idea เกี่ยวกับเรื่องประสาทของพืชดอก (ใบเลี้ยงคู่ ใบเลี้ยงเดี่ยว)คืออะไร
2. นักวิทยาศาสตร์มีกระบวนการหรือแสดงพฤติกรรม (อาการอย่างไร) เพื่อที่จะได้ความรู้เรื่องประสาทของพืชดอก (ใบเลี้ยงคู่ ใบเลี้ยงเดี่ยว) และมีการลงมติเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ได้อย่างไร

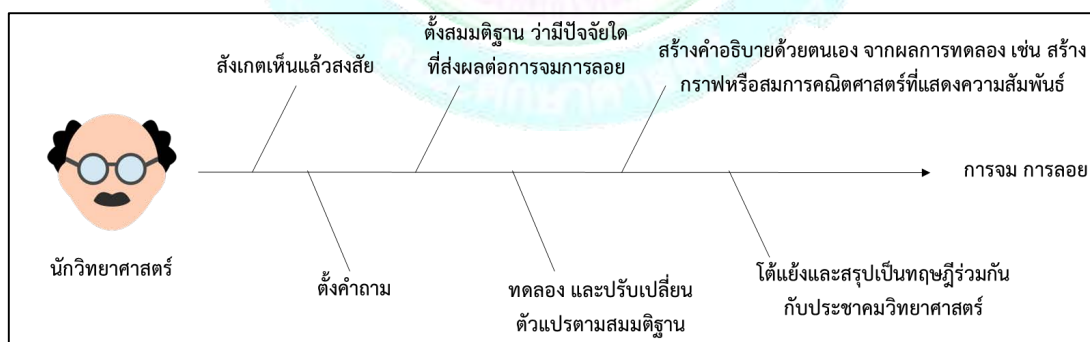
ซึ่งครูอาจตกตะกอนความคิดออกมา ดังภาพ 3



ภาพ 3 การถอดความคิด เพื่อสะท้อนวิธีการได้มาซึ่งความรู้ ในเนื้อหาเฉพาะ เรื่อง ประเภทของพืชดอก (ใบเลี้ยงคู่/ใบเลี้ยงเดี่ยว)

จากภาพ 3 จะเห็นได้ว่า หากครูมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในมิติของการได้มาซึ่งความรู้ จะส่งผลให้ครูสามารถฉายภาพของสมรรถนะที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังของเนื้อหาเฉพาะแต่ละวิชาได้ (จากภาพ อาทิ สมรรถนะการสร้างคำอธิบาย สมรรถนะการโต้แย้ง เป็นต้น) โดยในภาพดังกล่าว ครูสามารถนำกระบวนการหรือพฤติกรรมที่แตกออกมาจากแผนผังก้างปลา ไปสร้างเป็นวัตถุประสงค์เชิงสมรรถนะได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการศึกษาประเภทของพืชดอก โดยการเปรียบเทียบ จำแนกและจัดกลุ่มตามลักษณะของพืชที่สังเกต โดยสร้างคำอธิบายบนหลักฐานเชิงประจักษ์ พร้อมทั้งสามารถประเมินข้อมูลจากเพื่อน ด้วยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ เป็นต้น ซึ่งมีความสอดคล้องและเชื่อมโยงตามกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

ในทางกลับกัน หากครูมี PCK ร่วมกับการมีกรอบแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ย่อมทำให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะ แม้จะมีเนื้อหาเฉพาะที่แตกต่างกันไป อาจทำให้สมรรถนะที่ซ่อนอยู่ในเนื้อหาแตกต่างกันออกไปด้วย เช่น หากเปลี่ยนจากการสอนเรื่องพืช เป็นเรื่องการจมน้ำของวัตถุ แผนผังก้างปลาที่แสดงพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ จะมีสมรรถนะบางอย่างเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังภาพ 4



ภาพ 4 การถอดความคิด เพื่อสะท้อนวิธีการได้มาซึ่งความรู้ ในเนื้อหาเฉพาะ เรื่อง การจมน้ำ/การลอย

ดังนั้น เมื่อพิจารณาภาพ 3 และภาพ 4 ประกอบกัน จะพบว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ มีความแตกต่างไปตามธรรมชาติของเนื้อหาวิชาเฉพาะ โดยในเนื้อหาเรื่องการจมน้ำ การลอย อาจไม่สามารถสะท้อนเรื่องการเปรียบเทียบ จำแนกหรือจัดกลุ่มเช่นในเรื่องพืชเดียว แต่กระบวนการสืบเสาะจะเปลี่ยนเป็นการตั้งสมมติฐาน ทดลอง และสร้างสมการ อย่างไรก็ดี ความตื้นลึกของกิจกรรมหรือสมรรถนะยังขึ้นอยู่กับระดับชั้นที่สอนและตัวชี้วัดตามมาตรฐานหลักสูตรด้วย

นักเรียนรับรู้ให้ได้ว่า องค์ความรู้เหล่านั้น "ถูกสร้างขึ้น" ได้อย่างไรและพวกเขาจะ "สร้าง" ความรู้ได้อย่างไร ครูจึงจำเป็นต้องเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามที่ McComas, Clough และ Nouri (2020) ระบุว่าความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญเท่าเทียมกับการมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ใช่การสอนนักเรียนว่าธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์คืออะไร แต่เป็นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติในชั้นเรียน ว่านักวิทยาศาสตร์ในโลกของจริงของวิทยาศาสตร์ทำงานกันอย่างไร (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002; Abd-El-Khalick, 2013)

ในทางกลับกัน หากครูไม่มีเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมิติข้างต้น อาจทำให้เกิดความยากลำบากในการออกแบบชั้นเรียน การเลือกกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงทำให้ครูขาดการประเมินที่หลากหลายตามสภาพจริง กรณีตัวอย่างเช่น การสอนเรื่องการจมน้ำในภาพ 4 หากครูไม่เข้าใจวิธีการได้มาซึ่งความรู้เรื่องการจมน้ำ หรือไม่เห็นภาพของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ซ่อนอยู่ในหัวข้อดังกล่าว ครูจะไม่มั่นใจในการออกแบบการทดลอง ขาดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ไม่ทราบที่มาที่ไปของหลักการ ท้ายที่สุด ครูจึงอาจมีแนวโน้มที่จะเลือกวิธีการบรรยายหรือถ่ายทอดองค์ความรู้โดยตรง ซึ่งอาจไม่ใช่เรื่องที่ผิดมหันต์ หากแต่เป็นการสอนที่ผิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทำให้ห้องเรียนขาดการปลูกฝังสมรรถนะวิทยาศาสตร์ไปอย่างน่าเสียดาย

บทสรุป

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อาจไม่ได้เป็นสิ่งใหม่ในวงการวิทยาศาสตร์ศึกษา เนื่องจากการวิจัยกันมาอย่างยาวนาน แต่ควรถึงเวลาปรับเปลี่ยนมุมมองเพื่อให้สอดคล้องการเปลี่ยนแปลงเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีสมรรถนะมากขึ้น เนื่องจากการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเดิมไม่ได้เน้นหนักไปที่วิธีการได้มาซึ่งความรู้หรือวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มากเพียงพอ ซึ่งสิ่งเหล่านี้กลายเป็นหัวใจหลักของการมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ บทความนี้ได้เผยให้เห็นภาพเบื้องหลังของการส่งเสริมให้ครูได้ใช้มุมมองและความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเอง มาออกแบบชั้นเรียน โดยพิจารณาเนื้อหาเฉพาะ รวมทั้งการมี PCK ในแง่ของการวิเคราะห์เชิงญาณวิทยาขององค์ความรู้แต่ละบท ซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่คำสำคัญหรือพฤติกรรมเชิงสมรรถนะของผู้เรียนได้

ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า สมรรถนะไม่ใช่สิ่งใหม่หรือท้าทายความสามารถ เพราะหากครูเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพียงพอ ทุกกิจกรรมในชั้นเรียนของครูจะกลายเป็นชั้นเรียนฐานสมรรถนะไปโดยปริยาย

ข้อเสนอแนะ

บทความวิชาการฉบับนี้อาจเป็นเพียงข้อเสนอที่รวบรวมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนประสบการณ์ของผู้เขียนในการเป็นวิทยากรอบรมในการพัฒนา PCK ของครู แต่อาจยังไม่มีหลักฐานจากการทำวิจัยโดยตรง จึงเห็นควรอย่างยิ่งให้มีการสนับสนุนหรือส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า ในแง่ของการใช้การปรับเปลี่ยนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนฐานสมรรถนะอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อให้เกิดมิติในเชิงปฏิบัติมากขึ้น โดยเฉพาะการต่อยอดในการพัฒนาครูประจำการ หรืออาจเป็นข้อมูลที่จะสะท้อนกลับไปในเชิงนโยบายในการการวางแผนการผลิตครู เพื่อเตรียมพร้อมรองรับการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรฐานสมรรถนะในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้เขียนขอขอบพระคุณโครงการอบรม พัฒนาคู่มือและผู้บริหารโรงเรียน หลักสูตรพัฒนาผู้เชี่ยวชาญ โครงการโรงเรียนคุณภาพ SMT ตามมาตรฐาน สสวท. ระยะที่ 2 : ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน ซึ่งจัดขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้โอกาสเป็นหนึ่งในคณะวิทยากร ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน ตลอดจนขอบพระคุณ

คณะทำงานวิทยากรใน Special Interest Group KEE (SIG KEE⁺) ภายใต้การดูแลของรองศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี ฝ้ายคำตา ที่ร่วมมือร่วมใจและร่วมกันถอดบทเรียน ซึ่งประสบการณ์จากการอบรมในโครงการดังกล่าว เป็นจุดเริ่มต้นของแนวคิดในการ เขียนบทความวิชาการฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2552). สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรที่วิทยาศาสตร์เป็น. *วารสารวิทยาศาสตร์*, 63(1), 84-89.
- วรัญญา จีระวิพลวรรณ. (2557). การใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เสริมด้วยวิธีการสอนแบบทำนายสังเกตอธิบาย และเปรียบเทียบแบบอุปมาอุปไมยต่อมโนคติเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 5(1), 1-10.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์*.
เข้าถึงจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/scientific-literacy/>.
- Abd-El-Khalick. (2013). Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science & Education*, 22(9), 1 – 21.
- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea?. *International Journal of Science Education*, 30(10), 105-1416.
- Abell, S. K., & Smith, D. C. (1994). What is science?: preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 16(4), 475-487.
- American Association for the Advancement of Science. (2009). *Project 2061: Science for All Americans* (Online). Retrieved from <http://www.project2061.org>
- Gudmundsdottir, S., & Shulman, L. (1987). Pedagogical Content Knowledge in Social Studies. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 31(2), 59-70.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G., & Laderman, J. S. (2019). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(6), 1-9.
- Lederman, N.G. (2006). Syntax Of Nature Of Science Within Inquiry And Science Instruction. In: Flick, L.B., Lederman, N.G. (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Science & Technology Education Library (301-317). Dordrecht: Springer.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.
- Lederman, N. G., & Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior?. *Science Teacher Education*, 71(5), 721-734.
- Magnusson, S., Krajcik, L., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95–132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

- McComas, W.F. (2004). Keys to Teaching the Nature of Science. *The Science Teacher*, 71, 24-27.
- Mccomas, W. F., Clough, M. P., & Nouri, N. (2020). Nature of Science and Classroom Practice: A Review of the Literature with Implications for Effective NOS Instruction. In W. F. Mccomas (Ed.), *Nature of Science in Science Instruction: Rationales ans Strategies*. Switzerland: Springer.
- Nilsson, P., & Loughran, J. (2011). Exploring the Development of Pre-Service Science Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Science Teacher*, 23(7), 1-23.
- OECD. (2013). *Education at a Glance 2013: OECD Indicators*. France: OECD Publishing.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38, 261-284.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

