

Scientific Epistemic Beliefs: Principles, Perspectives, and Research Trends in Science Education

Sirawit Pathomchaiwal^{1*}, Anurak Ninlahoot², Sara Samiphak³, and Siriwan Vanichwatanavorachai¹

Received: April 3, 2025; Revised: May 31, 2025; Accepted: June 8, 2025

Abstract

Scientific epistemic beliefs refer to beliefs related to scientific knowledge. These beliefs concern the nature of scientific knowledge and the process of scientific inquiry. Based on the literature review, the research team proposes a framework consisting of four dimensions: 1) the simplicity and certainty of scientific knowledge, 2) the sources of scientific knowledge, 3) the development of scientific knowledge, and 4) the justification of scientific knowledge. There are three approaches to measuring scientific epistemic beliefs: 1) quantitative measurement of scientific epistemic beliefs, which involves surveys and testing, 2) qualitative measurement of scientific epistemic beliefs, which includes interviews, open-ended questionnaires, observations, and discourse/interaction analysis, and 3) mixed-methods measurement of scientific epistemic beliefs, which combines both quantitative and qualitative data. Assessment is divided into two types: 1) binary and 2) continuous assessment. Research in science education related to scientific epistemic beliefs can be categorized into five approaches: 1) research examining personal scientific epistemic beliefs, 2) research on the types of scientific epistemic beliefs, 3) research developing instruments to measure scientific epistemic beliefs, 4) research on the relationship between scientific epistemic beliefs and other variables, and 5) experimental research on variables that enhance students' scientific epistemic beliefs. Research on scientific epistemic beliefs is important because it helps educators understand how students' scientific beliefs may influence or correlate with other dimensions of learning.

Keywords: Scientific Epistemic Beliefs; Dimensions of Scientific Epistemic Beliefs; Science Education

¹ Faculty of Education, Silpakorn University

² Pradookaewprachasan School

³ Faculty of Education, Chulalongkorn University

* Corresponding author e-mail: sirawit.pathom@gmail.com

ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์: หลักการ มุมมอง และแนวโน้มการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

ศิริวิทย์ ปฐมชัยวาลย์^{1*}, อรุณรัช นิลหุต², สลา สามีภักดี³ และ ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย¹

รับบทความ: 3 เมษายน 2568; แก้ไขบทความ: 31 พฤษภาคม 2568; รับผิดชอบ: 8 มิถุนายน 2568

บทคัดย่อ

ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์เป็นความเชื่อที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจากการทบทวนวรรณกรรม ทางคณะวิจัยขอเสนอองค์ประกอบที่มี 4 มิติ ได้แก่ 1) ความเรียบง่ายและความแน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) แหล่งที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) พัฒนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การตัดสินเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1) การวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์เชิงปริมาณ 2) การวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพ และ 3) การวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์แบบผสมผสานวิธี และการประเมินผลประกอบด้วย 1) การประเมินเชิงสองขั้ว และ 2) การประเมินเชิงต่อเนื่อง และการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล 2) การวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ 3) การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ 4) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ และ 5) การวิจัยเกี่ยวกับแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิผลของตัวแปรที่มีต่อความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

คำสำคัญ: ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์; องค์ประกอบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์; วิทยาศาสตร์ศึกษา

¹ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

² โรงเรียนประจักษ์ศิลปาคม

³ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

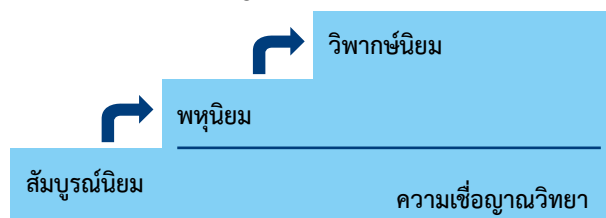
* อีเมลผู้ประสานงานหลัก: sirawit.pathom@gmail.com

บทนำ

ญาณวิทยา (Epistemology) เป็นสาขาหนึ่งของปรัชญาที่พิจารณาเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ และการให้เหตุผลของความรู้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัญหาและทฤษฎีความรู้ อันเป็นความพยายามที่จะหาความหมายเกี่ยวกับความรู้ เช่น ธรรมชาติของความรู้เป็นอย่างไร ความรู้นั้นเป็นสิ่งที่แท้จริงหรือไม่ เราควรศึกษาความรู้ อะไรบ้าง แหล่งที่มาของความรู้มาจากไหน วิธีการได้มาซึ่งความรู้เป็นอย่างไรบ้าง เป็นต้น (Hofer & Pintrich, 1997; Burr & Hofer, 2002 as cited in Lee et al., 2021; Sinlarat, 2017) ในทางวิทยาศาสตร์ศึกษา ญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ (Epistemologies of Science) เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การเข้าใจลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ และการปฏิบัติที่ซับซ้อนของวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ เป็นประเด็นสำคัญสำหรับการทำหน้าที่ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองฉลาดรู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Citizens) ความเข้าใจของครูและนักเรียนเกี่ยวกับญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในเป้าหมายหลักของวิทยาศาสตร์ศึกษา สามารถมองได้ว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของผลลัพธ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Elby et al., 2016 as cited in Lee et al., 2021) และเป็นมิติสำหรับการประเมินอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Science Identity) ตามกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA2025 ของผู้เรียนอีกด้วย (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023)

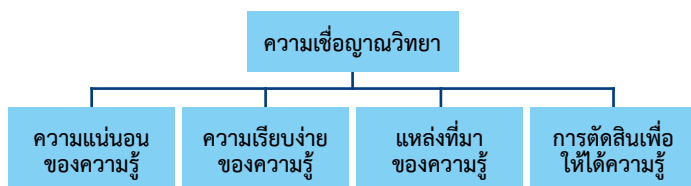
อนึ่งความเชื่อญาณวิทยา (Epistemic Beliefs: EBs) มีความโดดเด่นในทางญาณวิทยา ซึ่ง Perry (1968) ได้ริเริ่มศึกษาเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยา โดยทำการศึกษาด้วยวิธีการสัมภาษณ์และการใช้แบบสอบถามกับ นักศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด พบว่านักศึกษาที่เข้าเรียนในมหาวิทยาลัยมีความเชื่อว่า ความรู้ได้มาจากแหล่งเดียว มีความแน่นอน และถ่ายทอดโดยผู้มีอำนาจ (ครู หรือผู้เชี่ยวชาญ) แต่เมื่อนักศึกษา เรียนปีสุดท้ายกลับเชื่อว่าความรู้ไม่ได้มาจากแหล่งเดียว ไม่แน่นอน และได้มาจากการบวนการคิดอย่างมีเหตุผล (Schommer, 1990, 1994, 1998; Schommer-Aikins, 2004; Yonwilat et al., 2021) ต่อมา มีกลุ่ม นักวิชาการที่ศึกษาความเชื่อญาณวิทยา โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่ศึกษาในมุมมองแบบ พัฒนาการ (Development) และ 2) กลุ่มที่ศึกษาในมุมมองแบบมิติ (Dimension) (Hofer, 2001; Nammungkun et al., 2020; Sengul, 2024) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) มุมมองความเชื่อญาณวิทยาแบบพัฒนาการ ได้กำหนดโครงสร้างแบบมิติเดียว หรือมีโครงสร้างเป็น ลำดับขั้น (Stage-like Structure) ตัวอย่างเช่น Kuhn (1991) เสนอว่าความเข้าใจทางญาณวิทยา (Epistemic Understanding) จำแนกองค์ประกอบเป็น 3 ระดับ ได้แก่ (1) ความเชื่อสัมบูรณ์นิยม (Absolutist) เป็นความเชื่อ ว่าความรู้เป็นภววิสัย (Objectivity) ที่ได้มาจากการแสวงหาความรู้ (2) พหุนิยม (Multiplist) เป็นความเชื่อ ว่าความรู้เป็นอัตวิสัย (Subjectivity) ที่ได้มาจากการแสดงความคิดเห็นของบุคคล และ (3) วิพากษ์นิยม (Evaluativist) ที่เชื่อว่าหากบุคคลรับรู้ในสิ่งเดียวกัน แต่ตีความและสร้างความเข้าใจต่อสิ่งนั้นต่างกันไปตามความคิดเห็น ของตนเอง (Nammungkun et al., 2020; Sengul, 2024) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 มุมมองความเชื่อญาณวิทยาแบบพัฒนาการตามแนวคิดของ Kuhn (1991)

2) มุมมองความเชื่อญาณวิทยาแบบมิติดำหนดโครงสร้างแบบหลากหลายมิติ (Multidimensional Structure) (Sengul, 2024) ตัวอย่างเช่น Hofer and Pintrich (1997) เสนอว่าความเชื่อญาณวิทยาจำแนกองค์ประกอบออกเป็น 4 มิติ ได้แก่ (1) ความแน่นอนของความรู้ เป็นความเชื่อว่าความรู้มีความแน่นอน คงที่ และไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่อง และ (2) ความเรียบง่ายของความรู้ ความรู้มีความสมบูรณ์หรือสัมพันธ์ โดยมีความสัมพันธ์กับความรู้อื่น ๆ ทำให้ความรู้มีลักษณะที่ซับซ้อน (3) แหล่งที่มาของความรู้ ความรู้มาจากผู้มีอำนาจ (ครูหรือผู้เชี่ยวชาญ) หรือมาจากกระบวนการแสวงหาความรู้ และ (4) การตัดสินใจเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ความรู้สามารถเรียนรู้ได้จากการคิดไตร่ตรอง และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หรือการเชื่อตามสามัญสำนึกของตนเองที่คิดเห็นว่าคุณถูกต้อง ดังนั้น มิติความเชื่อญาณวิทยาประกอบด้วย ความแน่นอนของความรู้ ความเรียบง่ายของความรู้ แหล่งที่มาของความรู้ และการตัดสินใจเพื่อให้ได้ความรู้ (Schommer, 1990; Nammungkun et al., 2020; Sengul, 2024) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 มุมมองความเชื่อญาณวิทยาแบบมิติตามแนวคิดของ Hofer and Pintrich (1997)

ในทางวิทยาศาสตร์ศึกษานั้น การศึกษาทางวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้บุคคลสามารถเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและมนุษย์พื้นฐานของวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้บุคคลมีทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบสอบ และการแก้ปัญหา และช่วยให้บุคคลสามารถอภิปรายถึงมุมมองของญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยทำให้บุคคลสามารถพูดคุยเกี่ยวกับว่า เรารู้อะไร เรารู้อย่างไร และทำไมเราจึงเชื่อความรู้นั้น ตลอดจนการตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อสังคมไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องกับความสามารถของแต่ละบุคคลในการเข้าใจวิทยาศาสตร์และวิธีการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงลักษณะเฉพาะ เช่น เจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับสาขาอื่น ทำให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายคนจึงได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความเชื่อญาณวิทยาและผลกระทบต่อการเรียนรู้ (Kaçar, 2023) เนื่องจากความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับการทำความเข้าใจธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการพัฒนาของวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาที่เกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Epistemic Beliefs: SEBs) (Nammungkun et al., 2020; Yonwilat et al., 2021; Nintahoot et al., 2022; Schiefer et al., 2022) จะพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มีมุมมองความเชื่อญาณวิทยาแบบมิติ (Lee et al., 2021) และในการศึกษาของ Conley et al. (2004) นักวิจัยที่ถือเป็นการบุกเบิกความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ และได้พัฒนากรอบและแบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งพัฒนาต่อเนื่องจากองค์ประกอบของ Hofer and Pintrich (1997) ใน 2 ประเภท ได้แก่ 1) ธรรมชาติของความรู้ และ 2) ธรรมชาติของการได้มาซึ่งความรู้

ทั้งนี้ Yonwilat et al. (2021) ระบุว่า การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนย่อมมีความเชื่อเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ และกระบวนการการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่า ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน รวมทั้งความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการรับรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ในระหว่างเรียน โดยมีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในการเรียน ความคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กลยุทธ์ในการเรียน มโนทัศน์การเรียนรู้ การโต้แย้ง การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (Ninlahoot et al., 2022; Voitle et al., 2022) ตลอดจนความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อการรับรู้ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครู โดยมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนในชั้นเรียน กลยุทธ์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อในการเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ (Kaçar, 2023; Dorji & Namgyel, 2024; Özmen & Özdemir, 2024)

ความหมายของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายคนให้ความหมายของความเชื่อญาณวิทยาว่า ความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ และการได้มาซึ่งความรู้ (Schommer, 1990; Champa, 2005; Nammungkun et al., 2020; Yonwilat et al., 2021) ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงขยายความเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาที่ศึกษาเฉพาะสาขาวิชาวิทยาศาสตร์นี้ว่า ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Epistemic Beliefs: SEB) หมายถึง ความเชื่อที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Tsai et al., 2011; Nammungkun et al., 2020; Yonwilat et al., 2021; Ninlahoot et al., 2022; Schiefer et al., 2022)

องค์ประกอบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์

ในอดีตนักวิจัยมีมุมมองว่า ความเชื่อญาณวิทยาไม่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและบริบท อย่างไรก็ตามการวิจัยในภายหลังเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยานั้น พบว่า ความเชื่อญาณวิทยาขึ้นอยู่กับเนื้อหาและบริบทด้วย (Ryan, 1984 as cited in Özmen & Özdemir, 2024) สอดคล้องกับที่ Tsai et al. (2011) ระบุว่า การวิจัยที่มุ่งให้ความสนใจและค้นหาด้านความเชื่อญาณวิทยาเกี่ยวกับความวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอองค์ประกอบในมุมมองแบบมิติ (Multidimensional View) เฉพาะสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น โดยมีนักวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษานำเสนอองค์ประกอบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Elby et al. (1997 as cited in Johnson & Willoughby, 2018) ได้จำแนกองค์ประกอบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 มิติ มีรายละเอียด ดังนี้

1) โครงสร้างของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Structure of Science Knowledge) เป็นความเชื่อเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อาจมองว่าเป็นกลุ่มความรู้ย่อย ๆ ที่แยกส่วนกัน หรือเป็นองค์ความรู้ที่เชื่อมโยงกันอย่างมีโครงสร้างและบูรณาการ

2) ธรรมชาติของการได้มาซึ่งความรู้และกระบวนการเรียนรู้ (Nature of Knowing and Learning) เป็นความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การดูดซึมข้อมูลเป็นการรับข้อมูลเข้ามาสะสมรวมกับข้อมูลเดิม หรืออาศัยการสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองเป็นหลัก โดยผ่านกระบวนการทางปัญญาที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ สัญชาตญาณ และความรู้เดิม และมีการสะท้อนคิดและติดตามความเข้าใจของตนเอง

3) การใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง (Real-life Applicability) เป็นความเชื่อเกี่ยวกับการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งอาจจำกัดเฉพาะในห้องเรียน หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทาง

วิทยาศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้โดยทั่วไป สิ่งเหล่านี้ทำให้เห็นมุมมองของผู้เรียนเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น โดยแยกจากความปรารถนาของผู้เรียนเองที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสนใจ เป้าหมาย และปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของญาณวิทยา

4) พัฒนาการของความรู้ (Evolving Knowledge) เป็นความเชื่อที่เกี่ยวกับขอบเขตของการพัฒนาความรู้ที่ผู้เรียนเชื่อใน 2 ประการ ได้แก่ เผด็จการอำนาจนิยม (Absolutism) โดยคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดถูกกำหนดไว้แล้ว และสัมพัทธนิยมสุดขั้ว (Extreme Relativism) โดยไม่แยกแยะระหว่างการใช้เหตุผลโดยอาศัยหลักฐาน และความคิดเห็นเพียงอย่างเดียว หรือขอบเขตของการพัฒนาความรู้โดยคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ และมาจากการใช้เหตุผลโดยอาศัยหลักฐาน

5) แหล่งที่มาของความสามารถในการเรียนรู้ (Source of Ability to Learn) เป็นความเชื่อที่เกี่ยวกับความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นเพียงเรื่องของความสามารถตามธรรมชาติหรือพรสวรรค์ (Natural Ability) ที่บุคคลมีมาแต่กำเนิดและคงที่ หรือบุคคลสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น สิ่งเหล่านี้พยายามสำรวจมุมมองทางญาณวิทยาของผู้เรียนเกี่ยวกับประสิทธิผลของการทำหน้าที่ในการเรียนอย่างหนัก และกลยุทธ์การเรียนรู้ที่ดี ซึ่งแตกต่างจากความมั่นใจในตนเองและความเชื่ออื่น ๆ เกี่ยวกับตนเอง

Elder ได้จำแนกองค์ประกอบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์เป็น 4 มิติ มียุคประกอบและรายละเอียด ดังนี้ (Elder, 1999, 2012)

1) วัตถุประสงค์และการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ (Purposes and Changing Nature of Science) เป็นความเชื่อที่ว่าวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ช่วยทดสอบแนวคิดและคำอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ทำงานอย่างไร และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ หรือในทางตรงข้ามมีความเชื่อว่าจะจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์คือ การค้นพบและประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ และเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

2) บทบาททางการทดลองวิทยาศาสตร์ (Role of Experiments in Science) เป็นความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจระหว่างทฤษฎีและหลักฐาน โดยความเข้าใจระหว่างทฤษฎีและหลักฐานนี้อาจแบ่งออกเป็นความสามารถในการระบุความแตกต่างระหว่างแนวคิดและหลักฐาน และความสามารถในการเชื่อมโยงประสานระหว่างแนวคิดและหลักฐานเข้าด้วยกัน หรือในทางตรงข้ามหลักฐานที่เกี่ยวกับความเข้าใจของบุคคลถึงบทบาททางการทดลองวิทยาศาสตร์ก็ยังคงไม่ชัดเจน และมีบุคคลน้อยมากที่เข้าใจว่าการทดลองช่วยเชื่อมโยงประสานหลักฐานเพื่อสร้างหรือพิสูจน์ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

3) ความสอดคล้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Coherence of Scientific Knowledge) เป็นความเชื่อที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นอยู่บนฐานของข้อเท็จจริง และมาจากหนังสือเรียนและการบรรยาย นอกจากนี้ อาจเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นการเก็บรวบรวมความรู้ที่แยกส่วนกันมาสะสมแต่ละส่วนไปเรื่อย ๆ อาทิ สูตร และสัญลักษณ์ ซึ่งมีเฉพาะผู้เชี่ยวชาญเท่านั้นที่สามารถเข้าใจได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นระบบที่มีความสอดคล้องกัน หรือในทางตรงข้ามมีมุมมองว่าวิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ที่บูรณาการซึ่งประกอบด้วยมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่บุคคลสามารถสร้างความเข้าใจได้ด้วยตนเอง

4) แหล่งที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Sources of Scientific Knowledge) เป็นความเชื่อที่มองว่าความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นด้วยตนเองภายในบุคคลหนึ่ง หรือความรู้ที่ส่งต่อมาจากบุคคลที่มีอำนาจ เช่น ครู หรือผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้ การแบ่งมุมมองออกเป็นสองขั้วนี้มีปัญหาทำให้เกิดสับสนระหว่างประเด็นเกี่ยวกับการเกิดขึ้นของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสร้างความรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การมีบทบาทเชิงรุกและการพึ่งพาตนเอง ในขณะที่การรับความรู้จากผู้มีอำนาจ หมายถึง การมีบทบาทเชิงรับและพึ่งพาผู้อื่น ยังไม่ชัดเจนว่าประเด็นใด

เป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่สุดของการสร้างความรู้ของตนเอง ระหว่างการมีบทบาทเชิงรุก การพึ่งพาตนเอง หรือการมีทั้งบทบาทเชิงรุกและพึ่งพาตนเอง

Conley ได้จำแนกองค์ประกอบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์เป็น 4 มิติ (Conley et al. 2004; Yonwilat et al., 2021; Ninlahoot et al., 2022) มีรายละเอียด ดังนี้

1) แหล่งที่มาของความรู้ (Source) ความเชื่อนี้อยู่บนสเปกตรัมระหว่างสองแนวคิด ด้านหนึ่งเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากผู้มีอำนาจหรือผู้เชี่ยวชาญภายนอก อีกด้านหนึ่งเชื่อว่าความรู้เกิดจากการสร้างขึ้นด้วยตนเอง

2) ความแน่นอนของความรู้ (Certainty) ความเชื่อนี้อยู่บนสเปกตรัมระหว่างสองแนวคิด ด้านหนึ่งเชื่อว่าคำตอบทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียว อีกด้านหนึ่งเชื่อว่าอาจมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา

3) การพัฒนาความรู้ (Development) ความเชื่อนี้อยู่บนสเปกตรัมระหว่างสองแนวคิด ด้านหนึ่งเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลง อีกด้านหนึ่งเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามข้อมูลและหลักฐานใหม่

4) การตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ (Justification) ความเชื่อนี้อยู่บนสเปกตรัมระหว่างสองแนวคิด ด้านหนึ่งเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการสังเกต การยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญ หรือสามัญสำนึกส่วนตัว อีกด้านหนึ่งเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องผ่านการพิจารณาหลักฐาน การทดลอง และการประเมินข้อกล่าวอ้างอย่างเป็นระบบ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์จากนักวิทยาศาสตร์ สามารถวิเคราะห์ความเชื่อมโยงกับองค์ประกอบของความเชื่อ ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่สังเคราะห์โดยผู้วิจัย	
1. ความเรียบง่ายและความแน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Simplicity and Certainty of Scientific Knowledge)	Elby et al. (1997); Elder (1999); Conley et al. (2004)
2. แหล่งที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Sources of Scientific Knowledge)	Elby et al. (1997); Elder (1999); Conley et al. (2004)
3. พัฒนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Development of Scientific Knowledge)	Elby et al. (1997); Elder (1999); Conley et al. (2004)
4. การตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Justification for Scientific Knowing)	Elder (1999); Conley et al. (2004)

จากตารางที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 4 มิติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ความเรียบง่ายและความแน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเชื่อว่าความรู้เป็นข้อเท็จจริง สูตร หรือสัญลักษณ์ ซึ่งสามารถพิจารณาได้ว่าความรู้นั้นถูกหรือผิดได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ทำให้คำถามในทางวิทยาศาสตร์มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยความรู้มีลักษณะแยกกันเป็นองค์ความรู้แต่ละส่วน ๆ ซึ่งความรู้จะเกิดขึ้นจากการสะสมข้อเท็จจริง สูตร หรือสัญลักษณ์แต่ละส่วนไปเรื่อย ๆ ในทางตรงข้ามอาจเชื่อว่าความรู้เป็นองค์รวมที่เชื่อมโยงประสานกัน และบูรณาการต่อเนื่องกัน ซึ่งความรู้จะเกิดขึ้นจากการบูรณาการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกัน

ทำให้คำถามในทางวิทยาศาสตร์มีคำตอบที่แตกต่างกันตามมุมมองที่หลากหลายเกี่ยวกับความรู้ ตลอดจนมุมมองในการแปลความหมายคำถามนั้น

2) แหล่งที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความเชื่อเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเชื่อว่าความรู้มีแหล่งที่มาจากการส่งผ่านความรู้จากผู้มีอำนาจภายนอก เช่น ผู้เชี่ยวชาญ และครู เป็นต้น ผู้เรียน ในทางตรงข้ามอาจเชื่อว่าความรู้มีแหล่งที่มาจากการสร้างความรู้ด้วยตนเอง หรือการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

3) พัฒนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ โดยเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่คงที่ และไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ในทางตรงข้ามอาจเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนา และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามข้อมูล หลักฐานใหม่ หรือการค้นพบทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

4) การตัดสินใจเพื่อให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความเชื่อเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเชื่อว่าความรู้มาจากการสังเกต และการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญภายนอก หรือการตัดสินใจโดยใช้สามัญสำนึกว่าความรู้นั้นถูกต้อง ในทางตรงข้ามอาจเชื่อว่าความรู้มาจากการให้เหตุผลซึ่งต้องอาศัยหลักฐานประกอบการให้เหตุผลจากการทดลอง หรือการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการประเมินข้อกล่าวอ้างจากการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

แนวทางการวัดและประเมินผลความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์

ในทางวิทยาศาสตร์ศึกษา Lee et al. (2021) ได้ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีการวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ทั้งการวัดเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ และแบบผสมผสานวิธี มีรายละเอียดดังนี้

1) แนวทางการวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์เชิงปริมาณ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ใช้การวัดและประเมินผลเชิงปริมาณนิยมใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม และแบบตอบบังคับให้เลือกและแบบเลือกตอบ ตามลำดับ ทั้งนี้ แบบสอบถามที่นิยมใช้ในงานวิจัยมากที่สุดคือ แบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนของ Conley et al. (2004) โดยมีข้อดีคือ ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประเมินและแปลความหมายข้อมูลออกเป็นระดับของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่มีข้อจำกัดคือ ข้อมูลในเชิงปริมาณที่สะท้อนระดับของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ขาดรายละเอียดของการแสดงออกความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล

2) แนวทางการวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ใช้การวัดและประเมินผลเชิงคุณภาพ นิยมใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น การสัมภาษณ์ การสอบถามโดยใช้คำถามปลายเปิด การสังเกต และการสนทนากลุ่ม เป็นต้น โดยมีข้อดีคือ ข้อมูลที่ได้แสดงรายละเอียดของพฤติกรรมที่สะท้อนถึงความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคลได้ แต่มีข้อจำกัดคือ การขาดการตรวจสอบและตัดสินใจความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ออกมาเป็นระดับในเชิงปริมาณ

3) แนวทางการวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์แบบผสมผสานวิธี เป็นการวัดและประเมินผลเชิงปริมาณผสมผสานกับการวัดและประเมินผลเชิงคุณภาพ ตัวอย่างเช่น แนวทางการวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์แบบผสมผสานวิธีของ Topcu (2013) ประกอบด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณมีเครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามความเชื่อญาณวิทยาเฉพาะสาขาวิชาของ Hofer (2000) และการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิง

คุณภาพ มีเครื่องมือที่ใช้คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างสำหรับศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยา (Topcu, 2013) โดยมีข้อดีคือ ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประเมินและแปลความหมายข้อมูลออกเป็นระดับของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ได้ และสามารถแสดงรายละเอียดของพฤติกรรมที่สะท้อนถึงความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคลได้

การประเมินผลความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสังเคราะห์เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1) การประเมินเชิงสองขั้ว (Binary Conceptualizations) รูปแบบนี้เป็นรูปแบบการประเมินจากแบบสอบถาม ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยประเมินว่าบุคคลมีความเชื่อแบบเรียบง่าย (Simple, Naive Beliefs) หรือซับซ้อน (Complex, Sophisticated Beliefs) ในมิติใดของความเชื่อบ้าง (Conley et al., 2004; Hofer, 2001; Schommer, 1994; Yang et al., 2016)

2) การประเมินเชิงต่อเนื่อง (Continua Conceptualizations) เป็นการประเมินจากการสัมภาษณ์ ซึ่งเปิดโอกาสให้นักวิจัยเข้าใจความละเอียดอ่อนของความเชื่อ โดยเน้นการประเมินความเชื่อในลักษณะความต่อเนื่อง (Continua) แทนการแบ่งขั้ว เช่น ง่าย-ซับซ้อน หรือแน่นอน-ไม่แน่นอน โดยสะท้อนถึงความละเอียดอ่อนและมิติที่ซับซ้อนของความเชื่อในแต่ละด้าน (Watson & Thomas, 2024)

เมื่อพิจารณางานวิจัยที่แสดงโปรไฟล์ของบุคคลหรือกลุ่ม พบว่า การประเมินลักษณะเชิงสองขั้วมักเป็นแนวทางที่ใช้อย่างแพร่หลาย (Lee et al., 2021) อย่างไรก็ตาม การประเมินเชิงสองขั้วถูกวิพากษ์ว่าไม่สามารถสะท้อนมิติความเชื่อที่ซับซ้อนได้อย่างครบถ้วน นักวิจัยจึงเสนอให้ปรับเปลี่ยนแนวทางการประเมิน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจที่ละเอียดขึ้นในด้านความเชื่อญาณวิทยามากขึ้น (Sinatra, 2016) ซึ่งในงานวิจัยของ Watson and Thomas (2024) ได้เสนอวิธีใหม่ในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลจากการสัมภาษณ์ เพื่อสร้างโปรไฟล์ที่อธิบายความเชื่อญาณวิทยา คือ แนวทางการประเมินเชิงต่อเนื่องดังที่กล่าวไปข้างต้น

แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ควรต้องคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน เพราะมุมมองของแต่ละบุคคลมีความเชื่อซับซ้อนหรือระดับเรียบง่ายในมิติที่แตกต่างกัน (Ninlahoot et al., 2022) ทั้งนี้ แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1) การใช้การพิสูจน์หักล้าง Bayar and Gur (2017) เสนอกิจกรรมศึกษาบทความพิสูจน์หักล้าง (Refutation Texts) พัฒนาจากหลักการที่ว่าหากต้องการให้ครูเปลี่ยนแปลงบางสิ่ง ผู้วิจัยต้องให้สภาพแวดล้อมทางสังคมที่จัดให้ครูสามารถตั้งคำถามกับความเชื่อในปัจจุบันของพวกเขา และเข้าถึงตัวตนที่แท้จริง โดยมีกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นจากการวิจัยการออกแบบ 4 กิจกรรม ได้แก่ 1) การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง 2) ชากฟอสซิลนี้คืออะไร 3) การอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และ 4) กิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นกิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานิสิตนักศึกษาครู (Ninlahoot et al., 2022; Ninlahoot, 2023)

2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการสะท้อนคิดแบบขัดแย้ง Deniz (2011) ใช้การสะท้อนความเชื่อญาณวิทยาของตนเองผ่านการเขียนสะท้อนคิดหลังจากอ่านบทความที่แตกต่างในนวัตกรรม (Reflection Paper) ผ่านคำถามหลักในงานเขียน และพบว่ากลุ่มเป้าหมายมีความเชื่อญาณวิทยาซับซ้อนมากขึ้นในทุกมิติ เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบขัดแย้งร่วมกับการสะท้อนคิด และ Schiefer et al. (2020) จัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านการเรียนรู้แบบสืบสอบ และคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับวิธีการสะท้อนคิดแบบขัดแย้ง ซึ่งครู

จะต้องมีกิจกรรมการอภิปรายเชิงวิพากษ์เกี่ยวกับประเด็นทางญาณวิทยาหรือการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ตามหลักสูตรเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบและคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับวิธีการสะท้อนคิดแบบขัดแย้งมีความเชื่อญาณวิทยาที่ซับซ้อนมากขึ้น นอกจากนี้ She et al. (2019) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ร่วมกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เรื่องความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์อย่างขัดแย้งผ่านประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ มีเป้าหมายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกพัฒนาอย่างไร และกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในลักษณะเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์สามารถเป็นวิธีการให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเรียนรู้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างและตรวจสอบความถูกต้องอย่างไร ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจ พัฒนาทักษะกระบวนการ และความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

3) การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ Zhao et al. (2021) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการหักเหของแสงโดยใช้การสืบสอบเป็นฐานแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (Prediction-observation-explanation: POE) เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางมนทัศน์และความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นปีที่ 5 โดยให้ผู้เรียนทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอ้างเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อความคาดการณ์ จากนั้นผู้เรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น และสร้างคำอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และพบว่าความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานแบบทำนาย สังเกต อธิบาย สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยไม่ใช้การสืบสอบเป็นฐานแบบทำนาย สังเกต อธิบาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Zhao et al., 2021)

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ คือ การใช้การพิสูจน์หักล้าง และการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ รวมถึงการใช้การสะท้อนคิดในแง่มุมมองของธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์อย่างขัดแย้ง

แนวโน้มการวิจัยทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์

การวิจัยเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญมาก เพราะช่วยให้เห็นการศึกษา และครูได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่อาจส่งผลหรือมีความสัมพันธ์ต่อการเรียนรู้ในมิติอื่น ๆ ตลอดจนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ส่งเสริมความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้ครอบคลุมทุกมิติ (Nammungkun et al., 2020) โดยการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มีการศึกษาวิจัย 5 แนวทาง ดังนี้

1) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล เป็นการตรวจสอบลักษณะของการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงของความเชื่อญาณวิทยาที่เกี่ยวกับบุคคล โดยแสดงถึงธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Conley et al., 2004; Schiefer et al. 2022)

2) การวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบแตกต่างกัน โดยให้ความสำคัญกับองค์ประกอบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ที่มีมิติหลากหลาย (Schiefer et al. 2022) เช่น รูปแบบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของ Conley et al. (2004) ที่มีองค์ประกอบ 4 มิติ ได้แก่ (1) แหล่งที่มาของความรู้ (2) ความแน่นอนของความรู้ (3) การพัฒนาความรู้ และ

(4) การให้เหตุผล ในขณะที่รูปแบบของความเชื่อญาณวิทยาของ Gunes and Bati (2018) ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 มิติ ได้แก่ (1) อำนาจและความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (2) แนวทางการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ (3) ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3) การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัด เช่น แบบสำรวจทางญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นโดย Elby et al. (1997) แบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนพัฒนาขึ้นโดย Conley et al. (2004) แบบสอบถามความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนพัฒนาขึ้นโดย Elder (2012) และแบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของนิสิต นักศึกษาครูพัฒนาขึ้นโดย Ninlahoot et al. (2022) เป็นต้น

4) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ ดังนี้

4.1) การตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาว่าสามารถส่งเสริมหรือจำกัดตัวแปรอื่น ๆ ของผู้เรียน เช่น ความเข้าใจ มโนทัศน์ การให้เหตุผล การโต้แย้ง การคิด แรงจูงใจ การรู้คิด (Metacognition) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เพศ อายุ ระดับชั้น สถานะทางเศรษฐกิจของผู้เรียน เป็นต้น (Conley et al., 2004; Kaçar, 2023; Dorji & Namgyel, 2024)

4.2) การตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาว่าสามารถส่งเสริมหรือจำกัดตัวแปรอื่น ๆ ของครู เช่น ด้านแนวทางการสอน การเรียนรู้แบบสืบสอบ คุณสมบัตินิสัยที่เอื้ออำนวยต่อการคิด (Thinking Dispositions) อายุ บริบทเกี่ยวกับเงื่อนไขทางสังคม และคุณวุฒิทางการศึกษาของครู เป็นต้น (Deniz, 2011; Koutsianou & Emvalotis, 2021; Aguilar-Valdés et al., 2024; Kaçar, 2023; Dorji & Namgyel, 2024)

5) การวิจัยเกี่ยวกับแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิผลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและการสอนที่มีต่อความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยตัวแปรที่เกี่ยวข้องเช่น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิธีสอน แนวทางการสอน หลักสูตร และกิจกรรม เป็นต้น (Deniz, 2011; Schiefer et al., 2020; Kaçar, 2023)

ดังนั้น ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ทำให้การวิจัยในต่างประเทศมีการวิจัยเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ในหลายแบบ และในกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2025 ได้กำหนดความเชื่อญาณวิทยา เป็นหนึ่งในมิติของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (OECD, 2023) แต่การวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การวิจัยส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ซึ่งมีแนวทางการวิจัยแบบการตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล และการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ (Fujiwara et al., 2012; Nammungkun et al., 2020; Yonwilat et al., 2021) การพัฒนาแบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ (Ninlahoot et al., 2022; Ninlahoot, 2023)

จากการวิเคราะห์งานวิจัยทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศไทยส่วนใหญ่ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศไทย

ชื่อเรื่องวิจัย	วัตถุประสงค์การวิจัย	รายละเอียดเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	แนวทางการวิจัย
ความเชื่อญาณวิทยาของนักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยในประเทศไทยเกี่ยวกับความสัมพันธ์กับประสบการณ์การเรียนรู้ในอดีต (Thai University Students' Scientific Epistemic Beliefs: Relationships with Past Learning Experiences) ของ Fujiwara et al. (2012)	1) เพื่อตรวจสอบโครงสร้างของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา 2) เพื่อสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมา กับตัวแปรด้านปัจจัยส่วนบุคคล (เพศ อายุ วิชาเอก ประเภทของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ความสนใจในวิชาชีววิทยา และความเกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยา) ของนักศึกษา	ความเชื่อเกี่ยวกับชีววิทยาและการเรียนรู้ชีววิทยามือถือประกอบ 5 มิติ ประกอบด้วย 1) ความสนุกสนานในการเรียนรู้ชีววิทยา 2) การจำความรู้ชีววิทยา 3) วิธีการเรียนรู้ชีววิทยา 4) สิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ชีววิทยา และ 5) แนวทางการเรียนรู้ชีววิทยา	นักศึกษาของหลักสูตรปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย จำนวน 388 คน	แบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาโดยเฉพาะ (Colorado Learning Attitudes about Science Survey for Biology: CLASS-Bio) ของ Semsar et al. (2011) มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ มีข้อคำถามจำนวน 49 ข้อ	1) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล 2) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ (ได้แก่ เพศ อายุ วิชาเอก ประเภทของโรงเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ความสนใจในวิชาชีววิทยา และความเกี่ยวข้อง กับวิชาชีววิทยา)
ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของ Nammung-kun et al. (2020)	เพื่อศึกษาความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มือถือประกอบ 4 มิติ ได้แก่ แหล่งที่มาของการรู้ ความแน่นอนของความรู้ การพัฒนาความรู้ และการให้เหตุผลตามแนวคิดของ Conley et al. (2004)	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 291 คน	แบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของ Conley et al. (2004)	1) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล 2) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ (ได้แก่ เพศ)
ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของ Yonwilat et al. (2021)	1) เพื่อศึกษาความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มือถือประกอบ 4 มิติ ได้แก่ แหล่งที่มาของการรู้ ความแน่นอนของความรู้ การพัฒนาความรู้ และการให้เหตุผลตามแนวคิดของ Conley et al. (2004)	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 73 คน	แบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของ Conley et al. (2004)	1) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล 2) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ (ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)
การพัฒนาแบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูของ Nintlahoot et al. (2022)	เพื่อพัฒนาแบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู	ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มือถือประกอบ 4 มิติ ได้แก่ แหล่งที่มาของการรู้ ความแน่นอนของความรู้ การพัฒนาความรู้ และการให้เหตุผลตามแนวคิดของ Conley et al. (2004)	นิสิต นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 130 คน	แบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู	การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่องวิจัย	วัตถุประสงค์การวิจัย	รายละเอียดเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	แนวทางการวิจัย
การพัฒนาแบบวัดและหลักการออกแบบต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู ของ Ninlahoot (2023)	1) เพื่อพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู 2) เพื่อวิเคราะห์และจัดประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู 3) เพื่อพัฒนาหลักการออกแบบ และสร้างต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูให้เหมาะสมกับประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำต้นแบบวิธีปรับความเชื่อไปปฏิบัติ	ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 4 มิติ ได้แก่ แหล่งที่มาของการรู้ ความแน่นอนของความรู้ การพัฒนาความรู้ และการให้เหตุผลตามแนวคิดของ Conley et al. (2004)	นิสิตครูวิทยาศาสตร์ 4 วิชาเอก จำนวน 120 คน	แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู	1) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล 2) การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ 3) การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 2 พบว่า การวิจัยเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศไทยส่วนใหญ่มีแนวทางการวิจัยแบบการตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล และการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ ของผู้เรียน และนักศึกษา (Fujiwara et al., 2012; Nammungkun et al., 2020; Yonwilat et al., 2021; Ninlahoot et al., 2022, 2023) รองลงมาคือ แนวทางการวิจัยแบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของ Ninlahoot et al. (2022) และการพัฒนาต้นแบบคู่มือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้นแบบดังกล่าวมีข้อจำกัดด้านเวลา จึงมีการตรวจสอบคุณภาพของต้นแบบโดยการสนทนากลุ่มของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เท่านั้น และไม่ได้มีการนำไปใช้จริงกับนิสิต นักศึกษาครูในฐานะของผู้เรียน เพื่อหาประสิทธิผลของต้นแบบ (Ninlahoot et al., 2022, 2023)

นอกจากนี้ พบว่า การวิจัยเกี่ยวกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศไทยมีช่องว่างเกี่ยวกับแนวทางการวิจัยดังต่อไปนี้

- 1) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคลของครู
- 2) การวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลในบริบทประเทศไทย
- 3) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ ของครู (เช่น แนวทางการสอน ความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีการสอน อายุ บริบทที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขทางสังคม การศึกษา และคุณวุฒิทางการศึกษาของครู เป็นต้น)

- 4) การวิจัยเกี่ยวกับแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิผลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและการสอน (เช่น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิธีสอน แนวทางการสอน หลักสูตร และกิจกรรม เป็นต้น) ที่มีต่อความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

บทสรุป

ความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากการสังเคราะห์องค์ความรู้โดยผู้วิจัย พบว่า มีองค์ประกอบ 4 มิติ ได้แก่ 1) ความเรียบง่ายและความแน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) แหล่งที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) พัฒนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การให้เหตุผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยแนวทางการวัดและประเมินผลความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มีหลายแนวทาง และมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์คือ การใช้การพิสูจน์หักล้าง และการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ รวมถึงการใช้การสะท้อนคิดในแง่มุมมองของธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ตลอดจนการประเมินผลความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การประเมินเชิงสองชั่ว และ 2) การประเมินเชิงต่อเนื่อง

นอกจากนี้ การวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์มีการศึกษาวิจัย 5 แนวทาง ประกอบด้วย 1) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล 2) การวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบของความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ 3) การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัดความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ 4) การวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ และ 5) การวิจัยเกี่ยวกับแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- Aguilar-Valdés, M., Almonacid-Fierro, A., Valdebenito, K., & Sepúlveda-Vallejos, S. (2024). Epistemological beliefs and teaching practice: A systematic literature review 2011 to 2021. *International Journal of Evaluation & Research in Education*, 13(2), 767–773. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i2.26063>
- Bayar, H., & Gür, H. (2017). A new approach to change epistemological beliefs: Discussion of the refutational texts. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 11(1), 160-173. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.356144>
- Champa, S. (2005). A confirmatory factor analysis of epistemological beliefs of grade nine students. *Journal of Research and Educational Measurement*, 3(1), 83–97. <https://journal.lib.buu.ac.th/index.php/search/article/view/349> [in Thai]
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29(2), 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.01.004>
- Deniz, H. (2011). Examination of changes in prospective elementary teachers' epistemological beliefs in science and exploration of factors mediating that change. *Journal of Science Education and Technology*, 20(6), 750–760. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9268-x>
- Dorji, K., & Namgyel, T. (2024). Bhutanese primary science teachers' epistemic beliefs of science. *Science & Education*, 33(5), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00563-7>
- Elby, A., Frederiksen, J., Schwarz, C., & White, B. (1997, March 24-28). EBAPS: Epistemological beliefs assessment for physical sciences [Paper presentation]. The Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Elder, A. D. (1999). An exploration of fifth-grade students' epistemological beliefs in science and an investigation of their relation to science learning (Order No. 9929819) [Doctoral dissertation, University of Michigan]. ProQuest One Academic. <https://www.proquest.com/dissertations-the-ses/exploration-fifth-grade-students-epistemological/docview/304519056/se-2>

- Elder, A. D. (2012). Characterizing fifth-grade students' epistemological beliefs in science. In P. R. Pintrich (Ed.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (347-364). Lawrence Erlbaum Associates.
- Fujiwara, T., Lualathaphol, P., & Phillips, B. J. (2012). Thai university students' scientific epistemic beliefs: Relationships with past learning experiences. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 69, 187-196. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.398>
- Gunes, G., & Bati, K. (2018). Development of a scale on scientific epistemological views and investigation of epistemological views of prospective teachers. *International Journal of Research in Education and Science*, 4(2), 391-408. <https://www.ijres.net/index.php/ijres/article/view/360>
- Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, 25(4), 378-405. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1026>
- Hofer, B. K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching. *Educational Psychology Review*, 13(4), 353-383. <https://doi.org/10.1023/A:1011965830686>
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140. <https://doi.org/10.3102/00346543067001088>
- Johnson, K., & Willoughby, S. D. (2018). Epistemic belief structures within introductory astronomy. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 010135. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEdu-cRes.14.010135>
- Kaçar, S. (2023). Thematic content analysis of postgraduate theses on epistemological beliefs in science education: The Türkiye context. *Journal of Turkish Science Education*, 20(3), 504-533. <https://doi.org/10.36681/tused.2023.029>
- Koutsianou, A., & Emvalotis, A. (2021). Unravelling the interplay of primary school teachers' topic-specific epistemic beliefs and their conceptions of inquiry-based learning in history and science. *Frontline Learning Research*, 9(4), 35-75. <https://doi.org/10.14786/flr.v9i4.777>
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press.
- Lee, S. W.-Y., Luan, H., Lee, M.-H., Chang, H.-Y., Liang, J.-C., Lee, Y.-H., Lin, T.-J., Wu, A.-H., Chiu, Y.-J., & Tsai, C.-C. (2021). Measuring epistemologies in science learning and teaching: A systematic review of the literature. *Science Education*, 105, 880-907. <https://doi.org/10.1002/sce.21663>
- Nammungkun, W., Ruangsuwan, C., & Yang, F.-Y. (2020). High school students' scientific epistemic beliefs. *Journal of Inclusive and Innovative Education*, 4(1), 37-49. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/cmujedu/article/view/195326> [in Thai]
- Ninlahoot, A. (2023). Developing the measurement instrument and design principle of the prototype of scientific epistemic belief adjustment for student teachers [Master's thesis, Chulalongkorn University]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). <https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/84134> [in Thai]
- Ninlahoot, A., Srikuab, K., & Wongwanich, S. (2022). Developing the measurement instrument of science epistemic belief for student teachers. *Journal of Inclusive and Innovative Education*, 7(1), 1-15. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/cmujedu/article/view/259022> [in Thai]
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2025 science framework*. OECD Publishing. <https://pisa-framework.oecd.org/science-2025>
- Özmen, K., & Özdemir, Ö. F. (2024). Explicit versus implicit instruction: Effects of epistemological enhancement on ninth graders' physics-related personal epistemology and physics achievement. *Research in Science Education*, 54(3), 439-458. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10112-6>
- Perry, W. G. Jr. (1968). *Patterns of development in thought and values of students in a liberal arts college: A validation of a scheme (Final Report)*. Bureau of Study Counsel, Harvard University. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED024315.pdf>
- Schiefer, J., Edelsbrunner, P. A., Bernholt, A. & Nehring, A. (2022). Epistemic beliefs in science—a systematic integration of evidence from multiple studies. *Educational Psychology Review*, 34(3), 1541-1575. <https://doi.org/10.1007/s10648-022-09661-w>

- Schiefer, J., Golle, J., Tibus, M., Herbein, E., Gindele, V., Trautwein, U., & Oschatz, K. (2020). Effects of an extracurricular science intervention on elementary school children's epistemic beliefs: A randomized controlled trial. *British Journal of Educational Psychology*, 90(2), 382-402. <https://doi.org/10.1111/bjep.12301>
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498-504. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.3.498>
- Schommer, M. (1994). Synthesizing epistemological belief research: Tentative understandings and provocative confusions. *Educational Psychology Review*, 6(4), 293-319. <https://doi.org/10.1007/BF02213418>
- Schommer, M. (1998). The influence of age and education on epistemological beliefs. *British Journal of Educational Psychology*, 68(3), 457-472. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1998.tb01304.x>
- Schommer-Aikins, M. (2004). Explaining the epistemological belief system: Introducing the embedded systemic model and coordinated research approach. *Educational Psychologist*, 39(1), 19-29. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3901_3
- Semsar, K., Knight, J. K., Birol, G., & Smith, M. K. (2011). The colorado learning attitudes about science survey (CLASS) for use in biology. *CBE—Life Sciences Education*, 10(3), 268-278. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-10-0133>
- Sengul, O. (2024). Epistemological beliefs and classroom practices of experienced physics teachers: Are they related? *Frontiers in Education*, 9(1), 1362426. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1362426>
- She, H. C., Lin, H. S., & Huang, L. Y. (2019). Reflections on and implications of the Programme for International Student Assessment 2015 (PISA 2015) performance of students in Taiwan: The role of epistemic beliefs about science in scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1309-1340. <https://doi.org/10.1002/tea.21553>
- Sinatra, G. M. (2016). Thoughts on knowledge about thinking about knowledge. In J. A. Greene, W. A. Sandoval, & I. Bråten (Eds.), *Handbook of epistemic cognition* (479-491). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315795225>
- Sinlarat, P. (2017). *Philosophy of education: A basic approach*. Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Topcu, M. S. (2013). Preservice teachers' epistemological beliefs in physics, chemistry, and biology: A mixed study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(1), 433-458. <https://doi.org/10.1007/s10763-012-9345-0>
- Tsai, C.-C., Ho, H. N. J., Liang, J.-C., & Lin, H.-M. (2011). Scientific epistemic beliefs, conceptions of learning science, and self-efficacy of learning science among high school students. *Learning and Instruction*, 21(6), 757-769. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.05.002>
- Voitle, F., Heuckmann, B., Kampa, N., & Kremer, K. (2022). Assessing students' epistemic beliefs related to professional and school science. *International Journal of Science Education*, 44(6), 1000-1020. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2059821>
- Watson, E., & Thomas, G. (2024). Using continua to analyze qualitative data investigating epistemic beliefs about physics knowledge: Visualizing beliefs. *Physical Review Physics Education Research*, 20(1), 010106. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010106>
- Yang, F.-Y. (2016). Learners' epistemic beliefs and their relations with science learning—Exploring the cultural differences. In M.-H. Chiu (Ed.), *Science education research and practices in Taiwan* (95-118). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-287-472-6_6
- Yonwilat, M., Huntula, J., & Saenna, P. (2021). Scientific epistemic beliefs and its relationship with science academic learning achievement of 10th graders. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 12(2), 238-253. <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/JSTEL/article/view/13075> [in Thai]
- Zhao, L., He, W., Liu, X., Tai, K.-H., & Hong, J.-C. (2021). Exploring the effects on fifth graders' concept achievement and scientific epistemological beliefs: Applying the prediction-observation-explanation inquiry-based learning model in science education. *Journal of Baltic Science Education*, 20(4), 664-676. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.664>