Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

REVISTA CIENTÍFICA VISIÓN ACADÉMICA
https://visionacademica.com/

DOI: https://doi.org/10.70577/b0hexz11

Estrategias metacognitivas y competencias profesionales en la formación práctica de mecánica automotriz: revisión sistemática

Metacognitive strategies and professional competencies in practical automotive mechanics training: a systematic review

Cristian Santiago Guachamin Bonilla[1]
Ingeniería en Mecánica Automotriz
Magíster en Diseño Mecánico, mención en Fabricación de Autopartes de Vehículos
Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva, Ecuador
cristian.guachamin@istvidanueva.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-2011-6698

Cómo citar

Guachamin Bonilla1, C. S. (2026). Estrategias metacognitivas y competencias profesionales en la formación práctica de mecánica automotriz: revisión sistemática. *Visión Académica*, *4*(4), 478-495. https://doi.org/10.70577/b0hexz11

Fecha de recepción: 2026-10-19

Fecha de aceptación: 2026-11-02

Fecha de publicación: 2026-11-16

RESUMEN

En la formación práctica de mecánica automotriz, resolver una falla exige que el estudiante pueda planificar las comprobaciones, interpretar lo que encuentra y revisar el diagnóstico antes de dar por terminada la intervención. Con esta finalidad, se analizaron las estrategias metacognitivas estudiadas en este ámbito y los resultados observados en la resolución de fallas y otras competencias profesionales. Se desarrolló una revisión sistemática de estudios empíricos publicados entre 2022 y 2026, en inglés o español, mediante búsquedas en Scopus, Web of Science Core Collection y SciELO. Se identificaron 16 registros, se retiraron cuatro duplicados y se examinaron 12 títulos y resúmenes; posteriormente, se evaluaron diez textos completos y se incluyeron ocho informes correspondientes a siete estudios. Los resultados se integraron de manera narrativa y el riesgo de sesgo se examinó mediante los criterios del Mixed Methods Appraisal Tool. Los ejemplos de diagnóstico con consignas de autoexplicación favorecieron el conocimiento de la estrategia y algunas tareas guiadas, aunque los resultados fueron menos consistentes cuando el diagnóstico se resolvió sin apoyos. En los modelos de taller didáctico se comunicaron diferencias favorables en metacognición, resolución de problemas y comunicación, sin que pudiera separarse el aporte de la reflexión del resto de la intervención. La evidencia permite orientar una secuencia de planificación, comprobación y revisión para las prácticas preprofesionales, mientras que su efecto sobre la autonomía en el taller requiere evaluaciones con tareas nuevas, observación directa y seguimiento.

Palabras clave: Aprendizaje autorregulado; Competencias profesionales; Diagnóstico automotriz; Formación técnica; Metacognición; Prácticas preprofesionales.

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

ABSTRACT

Practical training in automotive mechanics requires students to plan diagnostic checks, interpret their findings, and review a diagnosis before completing a repair. This review examined the metacognitive strategies studied in automotive training and the outcomes reported for troubleshooting and other professional competencies. A systematic review of empirical studies published in English or Spanish between 2022 and 2026 was conducted using Scopus, Web of Science Core Collection, and SciELO. The search identified 16 records. Four duplicates were removed, 12 titles and abstracts were screened, and ten full texts were assessed. Eight reports representing seven studies were included. Findings were synthesized narratively, and sources of bias were assessed using the Mixed Methods Appraisal Tool. Diagnostic examples with self-explanation prompts supported knowledge of the strategy and performance on some guided tasks, whereas findings were less consistent when apprentices diagnosed faults without support. Studies of teaching factory models reported favorable differences in metacognition, problem-solving, and communication, although the contribution of reflection could not be separated from that of other components. The evidence can inform a sequence of planning, monitoring, and review for vocational placements. Whether these strategies improve independent performance in the workplace remains to be established through assessment of unfamiliar tasks, direct observation, and follow-up.

Keywords: Automotive diagnostics; Metacognition; Professional competencies; Self-regulated learning; Vocational education; Work placements.

INTRODUCCIÓN

En la formación de mecánica automotriz, una misma falla puede manifestarse mediante síntomas semejantes a los de otras averías, de modo que el estudiante debe relacionar lo que observa en el vehículo con los conocimientos que ha adquirido sobre sus sistemas. Durante el diagnóstico se formulan explicaciones y se seleccionan comprobaciones que permiten sostenerlas o descartarlas; por consiguiente, la práctica comprende tanto la ejecución de un procedimiento como la decisión de continuar, modificar o interrumpir una prueba. A partir de los registros de actividad de aprendices de mecatrónica automotriz, Abele (2018) examinó la relación entre la comprensión del problema, la formulación de hipótesis y la obtención de evidencia. Así mismo, en el seguimiento de aprendices durante la segunda mitad de su formación, aumentó el conocimiento profesional en promedio, aunque la variación entre estudiantes fue amplia y las estimaciones sobre resolución de fallas no permitieron una interpretación firme (Schauer et al., 2025). Esta diferencia resulta pertinente para las prácticas preprofesionales, debido a que explicar una avería en el aula y decidir qué comprobar en un vehículo plantean exigencias relacionadas, aunque distintas.

La metacognición comprende el conocimiento que una persona posee sobre su propia actividad cognitiva y la regulación que realiza mientras aprende o resuelve un problema (Flavell, 1979; Schraw & Dennison, 1994). En el diagnóstico automotriz, conocer una estrategia permite explicar

qué datos se requieren para comprobar una hipótesis, mientras que regular su aplicación implica anticipar las pruebas, reconocer cuándo un resultado no concuerda con lo previsto y revisar la decisión que se había tomado. Estas acciones se relacionan con la planificación, la ejecución supervisada por el propio estudiante y la reflexión posterior que caracterizan el aprendizaje autorregulado (Zimmerman, 2002). Cabe resaltar que completar una hoja de trabajo o repetir la secuencia indicada por el tutor puede facilitar la ejecución, aunque no permite determinar por sí solo si el estudiante reconoció el error ni si podría modificar su estrategia ante otra falla. Para examinar ese aprendizaje se necesita observar las decisiones que adopta y las razones que aporta, además del resultado que obtiene.

Durante las prácticas, las posibilidades de adoptar dichas decisiones dependen de las tareas que el lugar de trabajo asigna al estudiante, de los recursos a los que puede acceder y del acompañamiento que recibe. Billett (2001) explicó que el aprendizaje en el trabajo surge de la relación entre las oportunidades ofrecidas por el entorno y la participación de quien aprende. En formación profesional, los estudiantes pueden organizar materiales y anticipar la ejecución de una tarea sin examinar de manera explícita cómo están aprendiendo o por qué una decisión técnica no produjo el resultado esperado (Jossberger et al., 2020). De igual manera, los relatos de estudiantes que aprenden en empresas relacionan la autorregulación con la iniciativa personal y con el apoyo disponible en el lugar de trabajo (Pylväs et al., 2022). En virtud de ello, delegar una tarea no equivale a enseñar a regularla; cuando el tutor interviene, conviene distinguir si su ayuda aporta el criterio para continuar o si resuelve la decisión que correspondía al estudiante.

En el Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva, el diagnóstico presentado por Guachamin Bonilla (2026) identificó dificultades para relacionar la formación teórica con las actividades de taller, dar continuidad al seguimiento y ofrecer oportunidades en las cuales los estudiantes pudieran revisar lo que habían realizado. La propuesta de la tesis vinculó la identificación de necesidades de formación con un curso preparatorio, orientaciones para tutores y actividades de práctica. Su valoración por 21 expertos aportó información sobre la pertinencia del modelo y las modificaciones requeridas para su implementación. Dicho antecedente permite delimitar el problema en Ecuador; la evaluación por expertos, por su propósito, no establece si los estudiantes que apliquen la estrategia diagnosticarán con mayor exactitud o necesitarán menos ayuda en las prácticas. En otros contextos de formación profesional, las intervenciones de autorregulación también han examinado por separado las estrategias metacognitivas y los aspectos motivacionales, en virtud de que sus cambios no necesariamente siguen la misma trayectoria (Mejeh & Held, 2022).

En consideración de lo anterior, se planteó una revisión que permitiera reconocer qué acciones se han incorporado para orientar la actividad del aprendiz, qué resultados se midieron y hasta dónde pueden trasladarse al trabajo en el taller. El objetivo fue analizar las estrategias metacognitivas empleadas en la formación práctica de mecánica automotriz, considerando la planificación, la supervisión y la evaluación del desempeño, con el propósito de identificar los aprendizajes documentados y las condiciones para su aplicación en prácticas preprofesionales.

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

La pregunta que orientó la revisión fue: ¿qué estrategias de planificación, supervisión y evaluación del propio desempeño se han estudiado en la formación práctica de mecánica automotriz y qué resultados se han observado en la resolución de fallas y otras competencias profesionales?

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño y pregunta de revisión

Se desarrolló una revisión sistemática con síntesis narrativa, considerando las orientaciones de PRISMA 2020 para comunicar las etapas de identificación, selección e inclusión de los estudios (Page et al., 2021). La pregunta se delimitó mediante el marco de población, concepto y contexto (PCC). Como población se consideraron estudiantes y aprendices de mecánica, mantenimiento o mecatrónica automotriz; como concepto, la regulación individual o colaborativa de una tarea técnica y los resultados de aprendizaje o de desempeño profesional; y como contexto, la formación técnica o tecnológica en talleres, empresas, programas de enseñanza dual y entornos didácticos con tareas auténticas o simuladas de diagnóstico, mantenimiento o reparación.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

La búsqueda se efectuó el 13 de noviembre de 2026 en Scopus, Web of Science Core Collection y SciELO. Se consideraron publicaciones de 2022 a 2026 en inglés o español. Los términos combinaron la formación automotriz con expresiones de educación técnica, autorregulación, razonamiento diagnóstico y fábrica didáctica, de manera que se pudieran recuperar estudios que describieran componentes de regulación sin emplear el término metacognición. Antes de ejecutar las cadenas definitivas se comprobó su sensibilidad con estudios de referencia y se incorporaron variantes de formación dual y habilidades diagnósticas. La Tabla 1 presenta las expresiones ejecutadas y los recuentos de la búsqueda definitiva. Los registros de Web of Science se conservaron a partir de su exportación bibliográfica, mientras que los conjuntos finales de Scopus y SciELO se cotejaron con las fichas de las bases para completar los registros.

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

Tabla 1

Estrategias ejecutadas y registros identificados

Base de datos	Expresión ejecutada	Registros
Scopus	TITLE-ABS-KEY((automotive OR "car mechatronics" OR "motor vehicle technician*" OR "mecánica automotriz" OR "mecatrónica automotriz") AND (apprentic* OR trainee* OR "vocational education" OR "vocational training" OR "vocational learning" OR "vocational student*" OR "technical education" OR "automotive education" OR "automotive engineering education" OR "work-based learning" OR "workplace learning" OR "dual education" OR "formación técnica" OR "formación profesional" OR "educación dual" OR "prácticas preprofesionales") AND (metacogn* OR autorregul* OR "self-regulated learning" OR "self regulation" OR "self-explanation" OR autoexplicaci* OR "reflective practice" OR "práctica reflexiva" OR "learning journal*" OR "cognitive apprenticeship" OR "diagnostic reasoning" OR "diagnostic strateg*" OR "diagnostic skill*" OR "diagnostic problem solving" OR "aprendizaje autorregulado" OR "razonamiento diagnóstico" OR "teaching factory")) AND PUBYEAR > 2021 AND PUBYEAR < 2027 AND (LANGUAGE(English) OR LANGUAGE(Spanish))	10
Web of Science Core Collection	TS=((automotive OR "car mechatronics" OR "motor vehicle technician*" OR "mecánica automotriz" OR "mecatrónica automotriz") AND (apprentic* OR trainee* OR "vocational education" OR "vocational training" OR "vocational learning" OR "vocational student*" OR "technical education" OR "automotive education" OR "automotive engineering education" OR "work-based learning" OR "workplace learning" OR "dual education" OR "formación técnica" OR "formación profesional" OR "educación dual" OR "prácticas preprofesionales") AND (metacogn* OR autorregul* OR "self-regulated learning" OR "self regulation" OR "self-explanation" OR autoexplicaci* OR "reflective practice" OR "práctica reflexiva" OR "learning journal*" OR "cognitive apprenticeship" OR "diagnostic reasoning" OR "diagnostic strateg*" OR "diagnostic skill*" OR "diagnostic problem solving" OR "aprendizaje autorregulado" OR "razonamiento diagnóstico" OR "teaching factory")) AND PY=(2022-2026) AND LA=(English OR Spanish)	5
SciELO	subject:(automotriz OR automotiva OR automotive OR "car mechatronics") AND subject:(metacognición OR metacognition OR metacognição OR autorregulación OR autorregulação OR "self-regulated learning" OR "práctica reflexiva" OR autoexplicación OR "self-explanation" OR "prácticas preprofesionales" OR "formación técnica" OR "educación técnica" OR "educação profissional" OR "vocational education" OR "diagnostic strategy" OR "teaching factory")	1

Nota. En SciELO se aplicaron los filtros de idioma (inglés y español) y de los años elegibles disponibles (2023 y 2025). Elaboración propia (2026).

Criterios de elegibilidad

Se consideraron estudios empíricos originales que examinaran a estudiantes del área automotriz o presentaran resultados diferenciables para este grupo. Para la inclusión, la intervención debía describir una estrategia de metacognición, autorregulación o autoexplicación, o incorporar procedimientos identificables para planificar, comprobar, evaluar o ajustar el trabajo realizado.

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

Así mismo, el estudio debía permitir extraer resultados sobre el diagnóstico, la aplicación de conocimientos, la resolución de fallas, la autonomía u otra competencia relacionada con la estrategia. Se admitieron diseños experimentales, cuasiexperimentales, observacionales y cualitativos siempre que aportaran información primaria sobre los aspectos establecidos.

Se excluyeron revisiones, documentos conceptuales, ejemplos metodológicos sin resultados nuevos y trabajos en los cuales la población automotriz no podía examinarse por separado. La participación en una tarea técnica o la supervisión administrativa de las prácticas no fueron suficientes si el estudio no describía el componente de regulación. Tampoco se incluyeron evaluaciones de aceptación, usabilidad o validación de materiales sin un resultado extraíble sobre el aprendizaje. Las publicaciones de una misma investigación se vincularon para recuperar información complementaria y evitar sumar dos veces a los participantes. La tesis ecuatoriana se utilizó como antecedente; su valoración experta correspondía al examen de una propuesta institucional y se mantuvo fuera de la síntesis de efectos.

Selección y extracción de los estudios

Los registros de las tres bases se consolidaron y se cotejaron mediante el identificador digital, el título y los datos bibliográficos. Luego de eliminar los duplicados, se revisaron títulos y resúmenes, conservando los registros sobre los que persistía una duda de elegibilidad para examinarlos a texto completo. En el segundo nivel se dejó constancia del criterio que fundamentó cada exclusión. Se compararon las muestras, el entorno, los materiales y la procedencia de los datos para identificar publicaciones derivadas de una misma investigación. Cuando hubo dos informes, se priorizó el que permitía comparar las condiciones y se recurrió al otro para precisar la intervención o los resultados del subgrupo.

De cada estudio se extrajeron la autoría, el país, el tipo de formación, el diseño, la muestra inicial y analizada, las condiciones de comparación, el componente de regulación, los instrumentos y los resultados. En aquellos casos en los que el número inicial no coincidió con el analizado, se mantuvieron ambos recuentos y se registró el motivo informado. Las decisiones de selección y extracción quedaron documentadas en las matrices del proyecto. No se contó con una segunda evaluación independiente de estas decisiones.

Evaluación metodológica y síntesis

Se examinaron las fuentes de riesgo de sesgo mediante los criterios cuantitativos del Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), en función del diseño descrito por cada informe (Hong et al., 2019). En los estudios con asignación aleatoria declarada se valoraron la generación de los grupos, su comparabilidad inicial, la completitud de los datos, el cegamiento de quienes evaluaron los resultados y el cumplimiento de la intervención asignada. Para los estudios sin asignación aleatoria confirmada a las condiciones, se examinaron la representatividad de la muestra, la adecuación de las mediciones, la completitud, el control de factores de confusión y la aplicación de la intervención. La ausencia de información suficiente se registró como «No claro». Los juicios se conservaron por criterio, sin calcular una puntuación global.

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

Los hallazgos se organizaron según la estrategia y el tipo de resultado: conocimiento de la estrategia, regulación mediante autoinforme, ejecución guiada, resolución sin ayuda y competencias profesionales adicionales. Se distinguieron los resultados de un componente concreto de aquellos obtenidos por un programa que combinó tareas, recursos y acompañamiento. Debido a las diferencias entre las intervenciones, los comparadores, las escalas y la unidad de análisis, se realizó una síntesis narrativa sin combinar cuantitativamente los resultados. Las cifras se conservaron en las escalas originales y se distinguió una diferencia descriptiva de una estimación con un contraste estadístico adecuado.

RESULTADOS

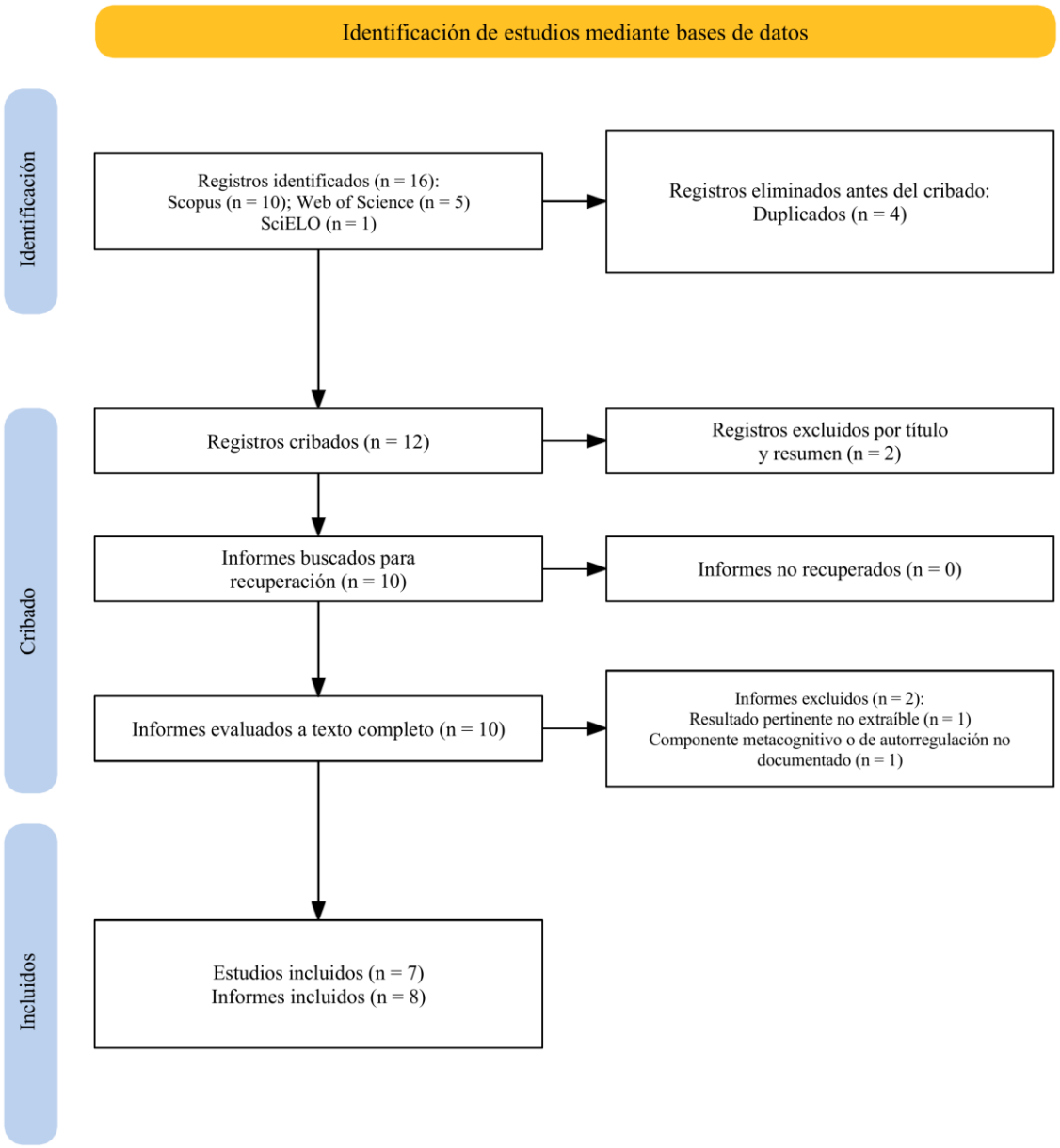
Selección de los estudios

Se identificaron 16 registros: diez en Scopus, cinco en Web of Science Core Collection y uno en SciELO. Luego de retirar cuatro duplicados, se examinaron 12 títulos y resúmenes, de los cuales dos fueron excluidos. Los diez informes buscados se recuperaron y se evaluaron a texto completo. Uno no presentó un resultado pertinente extraíble y otro no documentó el componente metacognitivo o de autorregulación. Por consiguiente, se incluyeron ocho informes correspondientes a siete estudios, como se presenta en la Figura 1. Dos de los informes procedían de la misma investigación; el informe complementario describió a 49 aprendices de las condiciones con ejemplos, mientras que el principal incorporó la condición de comparación.

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección de estudios



*Nota***.** Elaboración propia a partir del diagrama PRISMA 2020 (2026).

Características de los estudios

Cuatro estudios se realizaron en Indonesia y tres en Alemania. Los primeros examinaron modelos de fábrica didáctica para la resolución de fallas, el aprendizaje basado en problemas o casos y el uso de simulación con recursos digitales. Los estudios alemanes trabajaron con aprendices de mecatrónica automotriz y utilizaron ejemplos de diagnóstico, consignas de autoexplicación y simulaciones individuales o en parejas. En estos últimos se distinguió la resolución conjunta de la resolución individual, debido a que intercambiar información útil durante un diagnóstico y seleccionar correctamente la falla no representan el mismo resultado. Las características de cada investigación se presentan en la Tabla 2.

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

Tabla 2

Características de los estudios incluidos

Estudio	Contexto, muestra y diseño	Intervención y comparación	Regulación y medición
Maksum et al. (2022)	Indonesia · 64 (32/32). Cuasiexperimental, pretest y postest.	Fábrica didáctica basada en resolución de fallas frente a enseñanza dirigida por el docente.	Pruebas de dirección, frenos y suspensión, comprobación y control de la calidad. Escalas de metacognición y pensamiento crítico.
Maksum et al. (2024)	Indonesia · 40 (20/20). Cuasiexperimental, pretest y postest.	Fábrica didáctica con aprendizaje basado en problemas frente a enseñanza dirigida por el docente.	Planificación, organización y evaluación del trabajo. Escalas de resolución de problemas y comunicación.
Meier et al. (2024a) Informe complementario: Meier et al. (2022)	Alemania · 78 iniciales; 67 analizados. Asignación aleatoria declarada.	Modelado en video con preguntas retrospectivas o anticipatorias frente a práctica de casos.	Explicar una decisión ya observada o anticipar el paso siguiente. Conocimiento diagnóstico, autoeficacia y carga cognitiva.
Meier et al. (2024b)	Alemania · 118 en ambas sesiones; 99 analizados. Asignación aleatoria.	Modelado con comparación de ejemplos o autoexplicación secuencial frente a resolución de casos.	Comparar decisiones o justificar los pasos de un caso. Pruebas de conocimiento, tareas guiadas y diagnóstico independiente.
Nanda et al. (2025)	Indonesia · 50 (25/25). Asignación aleatoria declarada; comparación al final.	Simulador móvil de inyección electrónica dentro de una fábrica didáctica frente a enseñanza convencional.	Planificación y reflexión sobre la solución. Observación de colaboración, comunicación, creatividad y pensamiento crítico.
Maksum et al. (2026)	Indonesia · 68 (34/34). Cuasiexperimental, pretest y postest.	Fábrica didáctica con aprendizaje basado en casos y apoyo de inteligencia artificial frente a instrucción convencional.	Identificación de la falla, prueba de la solución y reflexión. Competencias de industria 4.0 y resultados de aprendizaje.
Rexhäuser et al. (2026)	Alemania · 154 aprendices, 77 parejas. Estudio controlado, pretest y postest.	Ejemplos con consignas específicas o generales frente a resolución colaborativa sin ejemplos.	Explicar los pasos y compartir indicios. Conocimiento, proceso colaborativo y resultado del diagnóstico.

Nota. La muestra del informe complementario de Meier correspondió a un subgrupo de la investigación de 2024a. Elaboración propia (2026).

Autoexplicación y estrategia diagnóstica

En el estudio que contrastó consignas retrospectivas y anticipatorias, ambas modalidades se aplicaron sobre ejemplos de diagnóstico. No se encontró una ventaja general de los ejemplos

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

con consignas frente a la condición de comparación en el aprendizaje diagnóstico. Los análisis según conocimiento previo mostraron que las consignas anticipatorias podían favorecer a aprendices con mayor preparación, mientras que entre los de menor preparación las retrospectivas se relacionaron con cambios en autoeficacia y carga cognitiva. La publicación complementaria documentó mejoras en el conocimiento y en tareas con apoyo entre quienes trabajaron con ejemplos; al proceder de la misma investigación, estas observaciones no constituyeron una segunda comparación independiente.

Cuando los aprendices compararon ejemplos o los explicaron de manera secuencial, los grupos con modelado obtuvieron mejores resultados en conocimiento de la estrategia y tareas guiadas, aunque no se estableció una ventaja equivalente para la resolución independiente. En el estudio colaborativo, explicar ejemplos favoreció el intercambio de información pertinente y algunos resultados de conocimiento, mientras que la mejora del resultado final del diagnóstico favoreció a las parejas que practicaron la resolución. Las consignas específicas no superaron de forma consistente a las generales. Por consiguiente, la Tabla 3 diferencia los resultados que se obtuvieron mientras el procedimiento estaba apoyado de los que exigieron decidir y resolver el caso.

Fábrica didáctica y competencias profesionales

En los modelos de fábrica didáctica, la regulación se incorporó en procedimientos que incluyeron analizar el problema, decidir cómo intervenir, comprobar la solución y revisar el trabajo realizado. Se informaron resultados favorables en las dimensiones de metacognición y pensamiento crítico, así como en resolución de problemas y comunicación. Estas diferencias deben leerse de acuerdo con el instrumento utilizado; por ejemplo, una escala de planificación o evaluación informa cómo el estudiante aprecia su desempeño, mientras que la calificación de una actividad registra lo que hizo dentro de las condiciones en las cuales fue evaluado.

Los dos estudios que incorporaron tecnología como parte del modelo también comunicaron resultados favorables. El estudio con simulador móvil registró medias de 86,40 y 75,64 en la medida conjunta de colaboración, comunicación, creatividad y pensamiento crítico. El contraste publicado se calculó mediante una prueba para datos apareados, pese a que correspondía a dos grupos y no se explicó un emparejamiento; por ello, se conservó la diferencia descriptiva. El modelo apoyado por inteligencia artificial informó medias de 84,25 y 67,35 en el postest. En ambos casos se modificaron simultáneamente los recursos, la organización de las tareas y el modo de acompañar la resolución, por lo que las diferencias no pueden atribuirse a un componente aislado.

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

Tabla 3

Resultados de la formación práctica según el nivel de apoyo y el tipo de medición

Estudio	Desenlace	Resultado principal	Alcance de la comparación
Maksum et al. (2022)	Metacognición y pensamiento crítico	El grupo de fábrica didáctica mostró mejores resultados en las escalas comunicadas por el estudio.	Los autoinformes no establecen autonomía en una falla nueva.
Maksum et al. (2024)	Resolución de problemas y comunicación	Las puntuaciones reportadas favorecieron a la intervención en ambas medidas.	Las escalas valoraron habilidades percibidas; el contraste corresponde al conjunto del programa.
Meier et al. (2024a)	Conocimiento y aplicación diagnóstica	Sin ventaja general del modelado con consignas frente a la práctica. El análisis según conocimiento previo mostró respuestas distintas.	El informe complementario (Meier et al., 2022) registró mejoras en el subgrupo con modelado; no representa otro estudio.
Meier et al. (2024b)	Conocimiento; aplicación guiada e independiente	El modelado favoreció la descripción de la estrategia ($p = 0,047$) y su aplicación guiada ($p = 0,030$); no mostró ventaja en el diagnóstico sin apoyo.	Los resultados de comparación y autoexplicación secuencial variaron según el conocimiento previo.
Nanda et al. (2025)	Competencias de colaboración, comunicación, creatividad y pensamiento crítico	Media de 86,40 frente a 75,64; diferencia descriptiva de 10,76 puntos.	La prueba pareada entre grupos no fue justificada. No se usa como evidencia inferencial.
Maksum et al. (2026)	Resultados de aprendizaje	El estudio informó medias de postest de 84,25 en intervención y 67,35 en control.	El contraste no separó el apoyo digital, el trabajo por casos y la reflexión.
Rexhäuser et al. (2026)	Conocimiento y diagnóstico colaborativo	Los ejemplos favorecieron el conocimiento declarativo y el intercambio de información. El cambio en el resultado del diagnóstico favoreció a la resolución directa.	Las consignas específicas no mostraron ventaja general frente a las generales.

Nota. Elaboración propia (2026).

Riesgo de sesgo

La Figura 2 presenta los juicios del MMAT por estudio. En los estudios con aleatorización declarada, la descripción del procedimiento fue desigual; así mismo, no se aclaró el cegamiento de quienes evaluaron los resultados. En uno de los estudios con ejemplos se analizaron 67 de los 78 aprendices por problemas con el sistema de recolección, mientras que en el otro se analizaron 99 de los 118 asistentes a ambas sesiones. En este último, parte de las exclusiones

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

dependió de las respuestas aportadas en las actividades, y el informe no permite reconstruir de manera inequívoca el recuento entre los motivos publicados y el total analizado. Esta decisión reduce la confianza en que el contraste conserve la comparabilidad de los grupos inicialmente asignados. En el estudio del simulador se comunicó que los grupos se formaron aleatoriamente, aunque no quedó precisado el procedimiento de asignación y el análisis entre grupos no respaldó la inferencia publicada.

En los diseños restantes, las principales dificultades se relacionaron con el control de factores de confusión y el alcance de participantes de un mismo centro o programa. La formación aleatoria de parejas en el estudio de diagnóstico colaborativo no aclaró la asignación de las parejas a las condiciones. En los estudios cuasiexperimentales de fábrica didáctica se midieron resultados antes y después, pero la información disponible no permitió establecer que la comparación entre grupos hubiera separado las diferencias iniciales de aquellas debidas al programa. También se distinguió la adecuación del instrumento respecto del desenlace medido de su capacidad para demostrar ejecución autónoma en el taller. Estos juicios se utilizaron para interpretar cada resultado, sin convertirlos en una calificación total.

Figura 2

Evaluación del riesgo de sesgo según los criterios cuantitativos del MMAT

Asignación aleatoria declarada

Estudio	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Meier et al. (2024a)	?	?	×	?	?
Meier et al. (2024b)	?	?	×	?	?
Nanda et al. (2025)	?	?	+	?	?

Asignación aleatoria no confirmada

Estudio	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Maksum et al. (2022)	?	+	?	×	?
Maksum et al. (2024)	?	+	?	×	?
Maksum et al. (2026)	?	+	?	×	?
Rexhäuser et al. (2026)	?	+	+	?	+

+ Sí × No ? No claro

Nota. 2.1 Asignación aleatoria; 2.2 comparabilidad inicial; 2.3 completitud; 2.4 cegamiento del evaluador; 2.5 cumplimiento de la intervención. 3.1 Representatividad; 3.2 medición; 3.3 completitud; 3.4 control de confusión; 3.5 aplicación de la intervención. Elaboración propia (2026).

DISCUSIÓN

Los resultados permitieron reconocer que la enseñanza de una estrategia de diagnóstico y su aplicación autónoma corresponden a momentos diferentes de la formación. Los ejemplos apoyados por consignas facilitaron el reconocimiento de los pasos y, en algunas condiciones, la aplicación guiada. Sin embargo, comprender por qué un técnico decide realizar una comprobación no implica que el aprendiz seleccione esa misma prueba cuando se enfrente a

información incompleta o contradictoria. La evidencia externa sobre autoexplicación muestra que pedir al estudiante que relacione las razones con los pasos de una solución puede aportar al aprendizaje (Bisra et al., 2018). En los estudios revisados, ese aporte fue más fácil de reconocer en el conocimiento de la estrategia que en la resolución sin ayuda; por consiguiente, la utilidad del ejemplo debe examinarse de acuerdo con la tarea que el estudiante puede realizar después de que se retira la consigna.

Al comparar los tipos de apoyo, las consignas más detalladas no produjeron una ventaja uniforme. Cuando se dispone de los conocimientos necesarios, la comparación de dos ejemplos permite revisar qué indicios condujeron a una decisión diferente. En cambio, si el estudiante todavía no reconoce el funcionamiento del sistema, la misma actividad puede exigirle que interprete la avería y la consigna al mismo tiempo. Chernikova et al. (2020) encontraron que el efecto de los apoyos en el aprendizaje mediante simulación varía de acuerdo con el conocimiento previo y el diseño de la actividad. De igual manera, la evidencia sobre resolución previa a la instrucción indica que intentar un problema puede preparar el aprendizaje posterior bajo condiciones específicas (Sinha & Kapur, 2021). Los hallazgos de la revisión permiten considerar ambas posibilidades: mostrar el procedimiento cuando los criterios aún no se comprenden y utilizar un caso nuevo para que el aprendiz decida qué información necesita. La conveniencia de cada secuencia deberá verificarse en la población y en la tarea donde se aplique.

En el diagnóstico colaborativo, el intercambio de información aumentó en las parejas que analizaron ejemplos, mientras que la resolución directa mostró un resultado final más favorable. Esta diferencia ayuda a delimitar qué debe observar el tutor cuando dos estudiantes trabajan sobre una avería. Informar los síntomas e indicar las hipótesis permite reconstruir lo que ocurrió; no obstante, el diagnóstico también exige reconocer qué datos posee cada integrante, resolver contradicciones y revisar la hipótesis cuando la evidencia no la respalda. En virtud de ello, una valoración de la comunicación debe considerar si la información compartida modificó alguna decisión, además de comprobar que se informó. La investigación sobre retroalimentación ha encontrado diferencias según la información que recibe el estudiante (Wisniewski et al., 2020). En esta actividad, una observación sobre qué comprobación faltó ofrece una ayuda distinta a revelar directamente la causa de la falla.

En los modelos de fábrica didáctica se observaron diferencias en competencias que comprenden más que el diagnóstico, debido a que las actividades relacionaron el análisis, el trabajo práctico y la evaluación de lo realizado. En tales condiciones, un resultado favorable puede relacionarse con la disposición de los materiales, la práctica adicional, el acompañamiento, la simulación o la reflexión sobre el procedimiento. En estudios de formación profesional, la revisión de la acción se ha relacionado con la reflexión que ocurre durante el trabajo y con el desempeño, aunque esta relación no establece por sí sola un efecto causal (Cattaneo & Motta, 2021). Por ello, la pregunta que permanece abierta en mecánica automotriz es si el estudiante incorpora el criterio utilizado para revisar una solución o si la diferencia depende del entorno que proporciona ese

Volumen: 4, Número: 4, Año: 2026 páginas 478-495
E-ISSN: 3103-1536
Bajo licencia: CC BY-SA 4.0

criterio. Para examinarlo se requiere conservar por separado la medida de autoinforme y las decisiones observadas cuando el caso y los apoyos cambian.

La transferencia a las prácticas preprofesionales exige además considerar las condiciones de ejecución. Una simulación puede registrar las comprobaciones elegidas y presentar la misma avería a todos los participantes; en el taller, el estudiante debe acceder a los componentes, verificar su intervención y aplicar las medidas de seguridad, mientras coordina el trabajo con otras personas. Al contrastar una evaluación digital con tareas de reparación realizadas en vehículos o sistemas reales, la relación entre ambas puntuaciones fue menor de la esperada para la mayoría de las tareas (Hartmann et al., 2023). Así mismo, el estudio de la formación dual en Conalep describió el papel de las actividades asignadas y del acompañamiento en la experiencia de los estudiantes (Díaz Guevara & Ramírez García, 2025). Aunque este trabajo no aportó un resultado extraíble para la síntesis, su descripción del contexto permite considerar qué puede ocurrir cuando el instituto y la empresa ofrecen oportunidades diferentes para decidir, ejecutar y revisar.

En el contexto ecuatoriano descrito, se propone que la preparación de las prácticas incluya una secuencia compartida por el docente y el tutor del taller. Antes de intervenir, el estudiante explicaría los indicios que justifican su hipótesis y ordenaría las comprobaciones conforme al problema y a las condiciones de seguridad. Durante el trabajo, registraría el resultado de la prueba y señalaría por qué lo considera suficiente o por qué necesita modificar su plan. Al finalizar, contrastaría el diagnóstico inicial con la causa comprobada y explicaría qué decisión mantendría en otra situación. La orientación basada en portafolios ha sido estudiada como apoyo para el aprendizaje autónomo en formación profesional (Kicken et al., 2009), mientras que la investigación sobre diarios de aprendizaje muestra que la escritura requiere indicaciones que ayuden a identificar la estrategia y revisar su uso (Hübner et al., 2010). En virtud de ello, el registro propuesto serviría para examinar decisiones concretas y orientar la conversación con el tutor, en lugar de limitarse a enumerar las actividades de la jornada.

Para valorar esa aplicación se podrían utilizar casos de dificultad comparable, un registro de las ayudas recibidas y una rúbrica que distinga la pertinencia de las hipótesis, el orden de las comprobaciones, la interpretación de los resultados y la verificación de la reparación. La autoevaluación del estudiante complementaría la observación, debido a que informa qué considera que pudo realizar y qué aspecto requiere revisar. La evidencia sobre autoevaluación informa resultados sobre autorregulación y autoeficacia (Panadero et al., 2017); en este caso, la correspondencia entre lo declarado y lo observado debería examinarse con el mismo criterio en distintos momentos. Así mismo, convendría incluir una tarea nueva sin consignas formativas, manteniendo la supervisión necesaria para la seguridad. El número y el tipo de intervenciones del tutor permitirían distinguir una ejecución autónoma de una resolución alcanzada con ayuda.

La revisión se concentró en tres bases, dos idiomas y cinco años calendario, por lo que pudieron quedar fuera experiencias institucionales y estudios difundidos en otros medios. El número de investigaciones fue reducido y los contextos se concentraron en dos países. En los experimentos,

las pérdidas y exclusiones posteriores a la asignación limitaron algunas comparaciones; en los estudios cuasiexperimentales, el control de factores de confusión y la separación de los componentes fueron insuficientes para atribuir las diferencias a la regulación del aprendizaje. Se añade que las decisiones de revisión no se evaluaron de manera independiente por una segunda persona. Por consiguiente, la secuencia propuesta se deriva de los procedimientos y hallazgos examinados; para establecer su efectividad se requiere observar su aplicación en talleres y empresas con seguimientos que permitan valorar la permanencia y la transferencia de lo aprendido.

CONCLUSIONES

La revisión permitió identificar estrategias que orientan al estudiante a explicar un diagnóstico, planificar las comprobaciones y revisar las decisiones tomadas durante la intervención. Entre ellas se encontraron el modelado con ejemplos, las consignas de autoexplicación, la comparación de casos y las actividades de fábrica didáctica que incorporaron la evaluación de la solución. Los resultados fueron más consistentes en el conocimiento de la estrategia y en algunas tareas guiadas, mientras que la resolución autónoma presentó resultados variables. En los programas que combinaron recursos tecnológicos, cambios en la enseñanza y reflexión se informaron diferencias favorables en metacognición y otras competencias profesionales; sin embargo, la contribución de cada componente no pudo establecerse por separado. De igual manera, la evaluación del riesgo de sesgo mostró que las exclusiones de participantes, la información incompleta sobre la asignación y las diferencias entre las mediciones deben considerarse al interpretar los resultados.

Para las prácticas preprofesionales de mecánica automotriz, los hallazgos permiten proponer una secuencia en la cual el estudiante justifique la hipótesis y las pruebas antes de intervenir, contraste la evidencia con su plan durante el diagnóstico y revise la decisión una vez comprobada la falla. El tutor puede utilizar estas acciones para reconocer cuándo corresponde explicar el procedimiento y en qué momento es posible retirar parte de la ayuda. En Ecuador, la aplicación de la secuencia requiere acuerdos entre el instituto y el lugar de prácticas sobre las tareas asignadas, el acompañamiento y las evidencias que deben conservarse para valorar el aprendizaje. La principal necesidad de investigación consiste en comprobar si los estudiantes aplican el procedimiento ante una falla diferente, con menos apoyos y en condiciones reales de taller. Para ello, conviene distinguir lo que refieren haber aprendido, lo que realizan con orientación y lo que pueden resolver de manera autónoma bajo las condiciones de seguridad correspondientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abele, S. (2018). Diagnostic problem-solving process in professional contexts: Theory and empirical investigation in the context of car mechatronics using computer-generated log-files. *Vocations and Learning, 11*(1), 133–159. https://doi.org/10.1007/s12186-017-9183-x

Billett, S. (2001). Learning through work: Workplace affordances and individual engagement. *Journal of Workplace Learning, 13*(5), 209–214. https://doi.org/10.1108/eum0000000005548

Bisra, K., Liu, Q., Nesbit, J. C., Salimi, F., & Winne, P. H. (2018). Inducing self-explanation: A meta-analysis. *Educational Psychology Review, 30*(3), 703–725. https://doi.org/10.1007/s10648-018-9434-x

Cattaneo, A. A. P., & Motta, E. (2021). "I reflect, therefore i am… a good professional". on the relationship between reflection-on-action, reflection-in-action and professional performance in vocational education. *Vocations and Learning, 14*(2), 185–204. https://doi.org/10.1007/s12186-020-09259-9

Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T., & Fischer, F. (2020). Simulation-based learning in higher education: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 90*(4), 499–541. https://doi.org/10.3102/0034654320933544

Díaz Guevara, J. C., & Ramírez García, R. G. (2025). Aprendiendo a trabajar en la educación dual del Conalep en Jalisco, México. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 55*(3), 43–68. https://doi.org/10.48102/rlee.2025.55.3.772

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist, 34*(10), 906–911. https://doi.org/10.1037/0003-066x.34.10.906

Guachamin Bonilla, C. S. (2026). *Modelo del proceso de enseñanza aprendizaje metacognitivo de las competencias profesionales en las prácticas preprofesionales de los estudiantes de mecánica automotriz: Una estrategia para su implementación en el Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva en el Ecuador* [Tesis doctoral, Universidad Santander].

Hartmann, S., Güzel, E., & Gschwendtner, T. (2023). Digital measurement of hands-on performance? Ecological validation of a computer-based assessment of automotive repair skills. *Empirical Research in Vocational Education and Training, 15*, Article 15. https://doi.org/10.1186/s40461-023-00153-x

Hong, Q. N., Pluye, P., Fàbregues, S., Bartlett, G., Boardman, F., Cargo, M., Dagenais, P., Gagnon, M.-P., Griffiths, F., Nicolau, B., O'Cathain, A., Rousseau, M.-C., & Vedel, I. (2019). Improving the content validity of the mixed methods appraisal tool: A modified e-delphi study. *Journal of Clinical Epidemiology, 111*, 49–59.e1. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2019.03.008

Hübner, S., Nückles, M., & Renkl, A. (2010). Writing learning journals: Instructional support to overcome learning-strategy deficits. *Learning and Instruction, 20*(1), 18–29. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.12.001

Jossberger, H., Brand-Gruwel, S., van de Wiel, M. W. J., & Boshuizen, H. P. A. (2020). Exploring students' self-regulated learning in vocational education and training. *Vocations and Learning, 13*(1), 131–158. https://doi.org/10.1007/s12186-019-09232-1

Kicken, W., Brand-Gruwel, S., van Merriënboer, J. J. G., & Slot, W. (2009). The effects of portfolio-based advice on the development of self-directed learning skills in secondary vocational education. *Educational Technology Research and Development, 57*(4), 439–460. https://doi.org/10.1007/s11423-009-9111-3

Maksum, H., Yuvenda, D., & Purwanto, W. (2022). Improvement of metacognitive and critical thinking skills through development of the a 'teaching factory based on troubleshooting' (TEFA-T) model in automotive vocational learning. *Journal of Turkish Science Education, 19*(3), 1015–1036. https://doi.org/10.36681/tused.2022.161

Maksum, H., Purwanto, W., Siman, Ampera, D., Yuvenda, D., & Hasan, H. (2024). Improving problem-solving and communication skills in automotive vocational education through the development of teaching factory model with problem-based learning (TEFA-PBL) concept. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 12*(2), 364–386. https://doi.org/10.46328/ijemst.3941

Maksum, H., Simatupang, W., Irfan, D., Martias, Muhibbuddin, & Hasan, H. (2026). Bridging the Industry 4.0 skills gap: Development of case-based learning model in AI-powered teaching factory for automotive vocational education. *International Journal of Interactive Mobile Technologies, 20*(10), 112–127. https://doi.org/10.3991/ijim.v20i10.61583

Meier, J., Spliethoff, L., Hesse, P., Abele, S., Renkl, A., & Glogger-Frey, I. (2022). Promoting car mechatronics apprentices' diagnostic strategy with modeling examples: Development and evaluation of a simulation-based learning environment. *Studies in Educational Evaluation, 72*, Article 101117. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101117

Meier, J., Hesse, P., Abele, S., Renkl, A., & Glogger-Frey, I. (2024a). Better self-explaining backwards or forwards? Prompting self-explanation in video-based modelling examples for learning a diagnostic strategy. *Instructional Science, 52*(4), 613–638. https://doi.org/10.1007/s11251-023-09651-7

Meier, J. M., Hesse, P., Abele, S., Renkl, A., & Glogger-Frey, I. (2024b). Video-based modeling examples and comparative self-explanation prompts for teaching a complex problem-solving strategy. *Journal of Computer Assisted Learning, 40*(4), 1852–1870. https://doi.org/10.1111/jcal.12991

Mejeh, M., & Held, T. (2022). Understanding the development of self-regulated learning: An intervention study to promote self-regulated learning in vocational schools. *Vocations and Learning, 15*(3), 531–568. https://doi.org/10.1007/s12186-022-09298-4

Nanda, I., Simatupang, W., Maksum, H., Rifdarmon, Syaifullah, L., & Putra, R. (2025). Development of innovative mobile QR-EFI simulator in problem-based teaching factory (PBTF) model to enhance students' 4c skills. *International Journal of Interactive Mobile Technologies, 19*(18), 18–31. https://doi.org/10.3991/ijim.v19i18.57285

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Panadero, E., Jonsson, A., & Botella, J. (2017). Effects of self-assessment on self-regulated learning and self-efficacy: Four meta-analyses. *Educational Research Review, 22*, 74–98. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.08.004

Pylväs, L., Nokelainen, P., & Rintala, H. (2022). Vocational students' perceptions of self-regulated learning in work-based VET. *Vocations and Learning, 15*(2), 241–259. https://doi.org/10.1007/s12186-022-09286-8

Rexhäuser, D., Radkowitsch, A., Richters, C., Glogger-Frey, I., Vogel-Blaschka, D., Meier, J., & Abele, S. (2026). Effects of specificity of self-explanation prompts for worked examples on computer-supported learning of collaborative diagnostic reasoning. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 21*(3), 369–415. https://doi.org/10.1007/s11412-026-09468-9

Schauer, J., Abele, S., & Etzel, J. M. (2025). Differential development of professional knowledge and problem-solving skills during VET: The role of cognitive resources, school-leaving certificates, and sociodemographic background. *Vocations and Learning, 18*, Article 12. https://doi.org/10.1007/s12186-025-09367-4

Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology, 19*(4), 460–475. https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033

Sinha, T., & Kapur, M. (2021). When problem solving followed by instruction works: Evidence for productive failure. *Review of Educational Research, 91*(5), 761–798. https://doi.org/10.3102/00346543211019105

Wisniewski, B., Zierer, K., & Hattie, J. (2020). The power of feedback revisited: A meta-analysis of educational feedback research. *Frontiers in Psychology, 10*, Article 3087. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03087

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice, 41*(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2